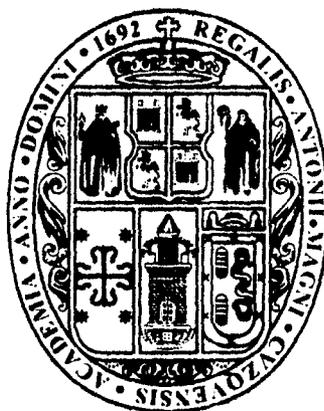


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO  
ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**"DESARROLLO Y MADUREZ SEXUAL DE *Oncorhynchus mykiss* (TRUCHA ARCO IRIS) ESTABULADA EN REDES JAULAS, CASO LANGUI – LAYO"**

**TESIS PRESENTADO POR:  
Bach. DELIA CONSA APAZA**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
BIÓLOGO.**

**ASESOR:  
Blgo. ROLANDO P. CANALES PEREZ**

**TESIS FINANCIADA POR LA UNSAAC**

**CUSCO – PERÚ**

**2014**

TITULO: DESARROLLO Y MADUREZ SEXUAL DE *Oncorhynchus mykiss*  
(TRUCHA ARCO IRIS) ESTABULADA EN REDES JAULAS, CASO LANGUI-LAYO

INFORME FINAL

RESUMEN .....	I
INTRODUCCIÓN .....	II
CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA .....	III
OBJETIVOS .....	IV
JUSTIFICACIÓN .....	V
HIPÓTESIS .....	VI
VARIABLES .....	VII

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes. ....	1
1.2. Bases teóricas .....	4
1.3 Madurez sexual en peces según Naier de Buckman .....	6
1.4 Bioecología de reproducción en peces. ....	9
1.5 Crecimiento Longitud-Peso .....	11
1.6 Generalidades sobre Bioecología de trucha arco iris. ....	13
1.7 Redes jaulas flotantes. ....	15
1.8 Estabulación en redes jaulas. ....	16
1.9 Marco conceptual. ....	17

CAPITULO II  
ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación. ....	18
2.2. Accesibilidad .....	20
2.3. Usos del lago .....	20
2.4. Zonas de vida. ....	22
2.5. Morfología y morfometría del lago Langui-Layo .....	22
2.6. Clima .....	22
2.6.1. Climatodiagrama .....	24
2.7. Principales recursos .....	25
2.7.1 Flora y fauna .....	25

CAPITULO III  
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales .....	28
3.2. Metodología. ....	29
3.2.1. De la calidad hídrica. ....	29
3.2.2. Del muestreo. ....	29
3.2.3. De los registros de tallas y pesos. ....	30
3.2.4. De la evaluación del factor de condición. ....	30
3.2.5. De la evaluación de la madurez sexual. ....	31
3.2.6. Del índice gonadosomático. ....	32
3.2.7. De la dispersión de las variables de peso y talla. ....	32
3.2.8. De la evaluación por asociación de variables de peso y talla. ....	33

3.2.9. De la diferencia de promedios de peso y talla .....	35
3.3. Secuenciación de actividades. ....	36

#### CAPITULO IV

#### RESULTADOS E INTERPRETACIONES

4.1. De la calidad hídrica .....	37
4.2. De los registros de tallas, pesos, madurez sexual y factor de condición(k)..	36
4.3. De la evaluación de la madurez sexual. ....	41
4.4. Del índice gonadosomático. ....	42
4.5. De la dispersión de las variables de peso y talla .....	43
4.6. De la evaluación por asociación de variables de peso y talla.....	44
4.7. De la diferencia de promedios de peso y talla .....	58

DISCUSIONES

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

LITERATURA CONSULTADA

ANEXOS

## DEDICATORIA

*A Dios.*

*Por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente,  
por haber puesto en mi camino a aquellas personas  
que han sido mi soporte durante el periodo  
de estudio.*

*A mis padres.*

*Genaro y Ana, quienes son el sentido de mi vida,  
la razón de mi existir.*

*A mis hermanos.*

*Anto, Wilberth, Mariza, Rita, Juan Carlos y  
Mariela, por su constante amor.*

*A mi novio.*

*Rafael, por ser alguien muy especial en mi vida.*

*¡Gracias a ustedes!*

*Delia.*

## AGRADECIMIENTOS

*Expreso mi gratitud:*

*A la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.*

*A la Facultad de Ciencias Biológicas.*

*Al laboratorio de Biología Pesquera, por el material y equipo que me prestaron para la elaboración de esta tesis.*

*A mi asesor Blgo. Rolando Popi Canales Pérez, por sus conocimientos, sus orientaciones, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para la realización de esta tesis, por su apoyo y amistad que me permitieron aprender mucho.*

*A mis amigos: Naiy Ruth y Edmundo, quienes me brindaron su apoyo en la realización de esta investigación.*

## RESUMEN

El trabajo se realizó, entre los meses de Mayo a Setiembre del año 2013, con material biológico (*Oncorhynchus mykiss*) estabulado en redes jaulas instaladas en el lago Langui-Layo (a 3950 m.s.n.m). Habiéndose fijado como objetivo general, conocer el desarrollo y la evolución de la madurez sexual. Se informa sobre aspectos relacionados con madurez sexual y factor de condición, tomando como parámetros las características de talla y peso cuyos datos fueron tratados estadísticamente como una asociación de variables. Focalizada la investigación sobre madurez sexual, la evaluación se realizó utilizando la escala de Naier de Buckmann para desovantes totales; asimismo se determinó el factor de condición (k) como evaluación del grado de bienestar de los peces estabulados a cuyo efecto se desarrolló la fórmula de Fulton, complementariamente se determinó el índice gonadosomático, siendo una forma de evaluar la madurez sexual en base a los datos relacionados con el peso corporal total y el peso de las gónadas. Entre las conclusiones, las mismas que confirman la hipótesis y concuerdan con los objetivos, resalta la conclusión referida a que la madurez sexual ocurre mostrando las características descritas en la tabla así como las otras relacionadas con tamaño color y vascularización. Considerando de manera integral la investigación realizada, los resultados obtenidos confirman que *Oncorhynchus mykiss*, como pez de agua fría, es desovante de otoño-invierno, igualmente el factor de condición muestra valores concordantes con la temperatura en que se llevó a cabo el estudio.

## **INTRODUCCIÓN.**

En los procesos de culturización y/o producción a nivel intensivo de especies ícticas, juega papel importante el aspecto concerniente a la reproducción, toda vez que este aspecto es el que asegura la sostenibilidad de la actividad en términos de continuidad y renovación de la población manejada en condiciones de confinamiento artificial.

Por otra parte, entre las diversas modalidades de estabulación de peces para producción intensiva, se tiene la modalidad de las redes jaulas, encierros artificiales que operan sumergidos en un ambiente léntico recibiendo, como en todo proceso intensivo o semi-intensivo, la atención permanente del piscicultor en sus aspectos de alimentación, sanidad y otros inherentes a la actividad de la piscicultura.

Motivó nuestro interés para dilucidar este tema, la carencia de informaciones que puedan considerarse realmente valederas; téngase en cuenta que ni el sector público y tampoco el privado, mostraron interés por sistematizar el proceso de producción intensiva de esta especie íctica; absorbidos por el interés puramente comercial dispensaron poca o ninguna atención a la formulación de datos y/o registros que impriman carácter técnico a los trabajos realizados, a tal punto que actualmente no se cuentan con antecedentes de producción intensiva como un proceso debidamente tabulado en sus diversas etapas.

Bajo las consideraciones expuestas, a través del presente trabajo esperamos contribuir a sentar las bases para que la práctica de la piscicultura intensiva, se vaya perfilando su desarrollo como una actividad técnica sustentada en resultados reales y como tales pueden ser tomados en cuenta para futuros estudios y seguramente para las futuras producciones de trucha a niveles intensivo y extensivo.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Nuestro tema de investigación está referida a la necesidad de conocer con mayor precisión los incrementos en peso y talla y la evolución de la madurez sexual en poblaciones estabuladas de "trucha arco iris", en la modalidad de redes jaulas instaladas en el lago Langui-Layo cuyas características físico-químicas, aunadas a su localización a una altitud considerable (3950 msnm) obviamente, resultan determinantes del desarrollo en general de los peces estabulados. Estos aspectos no se encuentran sistemáticamente registrados, no obstante que esta modalidad de producción se viene practicando desde hace más de una década.

La situación descrita obedece a que la producción intensiva materializada en aquel ambiente acuático y en otros de la región Cusco no está siendo monitoreada o manejada con criterio técnico, por lo que las producciones conseguidas, sin registro confiable o simplemente inexistente, no constituyen antecedente que puedan ser tomados en cuenta con la validez que sería de desear.

De continuar con esta forma de producción, esta piscicultura intensiva seguirá siendo practicada sin aportes confiables para ir la mejorando u optimizando, por lo que se impone la necesidad de materializar procesos de producción intensiva con los registros adecuados del desarrollo de los peces especialmente en cuanto a las variables de peso, talla y madurez sexual.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

- Determinar el desarrollo (incremento en peso y talla) y la evolución de la madurez sexual de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris) estabulada en redes jaulas en el lago Langui-Layo.

### **Objetivos Específicos:**

- Determinar las particularidades de la evolución gonadal
- Conocer con precisión, las relaciones: longitud-peso
- conocer el tiempo del proceso de maduración gonadal de la trucha arco iris.

## **JUSTIFICACIÓN**

La investigación realizada se justifica porque, Interesa conocer cómo evolucionan las diversas variables (talla, peso y madurez sexual) a través de las cuales se manifiesta el desarrollo de los peces.

Conocidas las progresiones en peso, talla y la evolución de la madurez sexual, como expresiones del desarrollo de los peces, se estará en condiciones de predecir y/o programar con más precisión los tiempos y acciones correspondientes al manejo de la biología reproductiva y del proceso de producción intensiva, con fines comerciales, en aquel ambiente acuático (lago Langui- Layo)

El conocimiento así generado resulta de utilidad para quienes, como los piscicultores de Langui y Layo, dedican tiempo y esfuerzo para la producción de truchas en la modalidad de redes jaulas incluyendo el aspecto de desove e incubación artificiales a cuya finalidad esperamos contribuir con este trabajo realizado.

## **HIPÓTESIS**

Considerando que la trucha arco iris es una especie íctica de aguas frías, se asume que su desarrollo, incluida su madurez sexual, y sus incrementos en peso y talla son determinados en gran medida por la temperatura del agua.

## **VARIABLES**

Las variables estudiadas en la evaluación del desarrollo y de la maduración sexual, son las siguientes:

- **Peso y talla en trucha arcoíris**
- **Evolución de las gónadas , con evaluación por escalas de madurez**
- **También se admite como variable la calidad hídrica, particularmente en su parámetro de temperatura.**

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### 1.1 ANTECEDENTES

Siendo el Lago Langui - Layo el ambiente lentic, más representativo de la Región Cusco, debido a que es el de mayor superficie y prácticamente uno de los primeros en haber recibido contingente de trucha arco iris desde la estación de piscicultura de Chucuito, halla por la década 1940 -1950; en este ambiente se han realizado estudios diversos tanto para su estudio estrictamente limnológico así como para lo concerniente para las producciones intensiva y extensiva de este recurso ictico.

Obviamente, la trucha arco iris ha sido difundida, en diversos ambiente lentico y lotico de la región muchas veces de manera indiscriminada y con algunos impactos negativos, particularmente para la ictiofauna nativa. En todo caso comparado los impactos positivos con los negativos, los primeros se muestran con mayor ventaja.

Entre los trabajos realizados, sobre trucha arco iris complementado necesariamente con el estudio de las aguas que la albergan se tiene los siguientes:

➤ **Dirección Regional de Producción Cusco (1970) "Introducción de la trucha arco iris en el lago Langui-Layo"**

Informa que en el año 1945, se efectúa la primera siembra con alevinos llevados desde la estación de piscicultura de Chucuito (Puno); hasta entonces el lago Langui – Layo albergaba solamente una ictiofauna nativa constituida por las especies, *Trichomycterus rivulatus* (suche), *Orestias Agassi* (carachi) y *Orrestias langui* (chiñi callhuas). Posteriormente y luego de instalada la Estación Experimental de Piscicultura de Langui-Layo, a partir de 1969 se da inicio a la producción de alevinos de trucha y se materializan

actividades de poblamiento y repoblamiento en cantidades realmente considerables.

- **Loayza, W (1976):** En el informe “**Contribución al Conocimiento Limnológico del Lago Langui –Layo**”; trabajo realizado de agosto 1973 a diciembre 1974, expone sobre los diversos parámetros de la calidad físico-química del agua del lago mencionado. Con el sustento de los datos obtenidos lo tipifica como lago oligotrófico de origen tectónico; de los datos contenidos en el trabajo, se deduce un temperatura promedio de 12,94°C, sin incluir los meses más fríos(mayo-julio)

En el estudio biológico describe 20 géneros de hidrofitos, 36 géneros de plancton y puntualmente sobre la ictiofauna informa de la presencia de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris), *Orestias agassi* (carachi) *Trichomycterus rivalutus* (suche). Entendemos que por omisión involuntaria no hace mención a *Orestias Langui*, conocida vulgarmente “chinichallhua”, especie propia de aquel ambiente y a lo que se debe su nomenclatura específica.

- **Mora,C(1988)”Cultivo de Truchas en Redes Jaula en la Laguna de Pomacanchi”**, informa sobre el proceso de crianza en la modalidad de redes jaulas instaladas en la laguna de Pomacanchi, la misma que tróficamente es superior a la de Langui- Layo, debido entre otras razones a su menor altitud y a su zona litoral de abundante vegetación en diversos sectores de su perímetro. Entre sus conclusiones indica que después de 8 meses de crianza se obtuvo ejemplares con talla promedio de 24.81 cm y peso promedio de 197,89 gr, informa también que el alimento seco utilizado mostró un Qn de 1.17 y que ese mismo alimento utilizado de manera permanente ocasionó en las truchas estabuladas el problema de degeneración lipóide del hígado.

- **Vera, R. (1989) “Truchicultura en el lago Titicaca”**; en su informe abunda sobre los estudios realizados por Schulz (1975) que enfatiza sobre las bondades del lago Titicaca para la producción de trucha arco iris; entre los caracteres físico-químicos del lago hace mención a sus temperaturas máxima y mínima (11°C-17°C), para el oxígeno disuelto indica un mínimo de 6ppm, y en cuanto al pH que oscila entre 7 y 8.5.

En el mismo informe, este autor hace mención al proyecto binacional (Perú-Bolivia) para la producción de trucha en redes jaulas, materializado entre

1975 - 1984 y cuyos resultados no son del todo satisfactorios debido a los altos costos de producción de alevinos para dar continuidad al proyecto.

La calidad de vida de las poblaciones asentadas alrededor del lago Titicaca, enfatizan que de esta manera la producción pesquera debiera constituir una acuicultura sostenible y responsable.

- **Contreras, L. (1993)** "Producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mikyss*) en Estanques Rústicos de la Piscigranja Yanamayo-provincia del Cusco", informa que el proceso de crianza duró 10 meses, que para el mantenimiento de las truchas estabuladas se utilizó alimento húmedo con Qn (factor de conversión) de 2.2; igualmente indica un 46.6% de mortalidad durante todo el proceso de crianza. Sobre los incrementos en peso y talla señala que mensualmente se tuvo un promedio de 1.98cm para la talla y 12.57gr. Para el peso.
  
- **Hurtado,(2011)** "productividad piscícola natural del lago Langui Layo,Canas", aplicando la fórmula empírica de Léger-Huet determina la productividad piscícola natural del lago Langui-Layo en 383TM con *Oncorhynchus mykiss* y de 255TM de *Basilichthys bonariensis*, productividad calculada para el espacio temporal de un año. Esta conclusión determina previamente los valores correspondientes para la capacidad biogénica (B) y para el coeficiente de productividad (K)

## 1.2 BASES TEORICAS

EL desarrollo de los organismos, obviamente incluidos los peces, se evalúan a través de la medición de las variables de edad peso y talla.

Los factores intrínsecos, están referidos al as condiciones que el propio pez, debe de cumplir para posibilitar su culturización. Estos factores son básicamente: Adaptación al cautiverio, aceptación de alimentos artificiales, crecimiento y reproducción en cautiverio y capacidad de conversión de alimentos ingeridos. Particularmente, las variables de talla y peso trasuntan la influencia de factores intrínsecos y extrínsecos, entre los intrínsecos hay que considerar especialmente la capacidad de conversión de los alimentos ingeridos y ulteriormente transformados en masa corporal. Los factores extrínsecos se refieren o tienen relación con la calidad hídrica, especialmente con sus parámetros fisicoquímicos como temperatura, pH, dureza total y oxígeno disuelto. Son estos parámetros señalados los de mayor incidencia en el proceso de producción intensiva.

Entre los factores extrínsecos con incidencia directa sobre los incrementos de talla y peso, tiene especial importancia la temperatura del agua, variable que es determinante para los siguientes aspectos: niveles de apetencia, eficiencia del metabolismo, retardo o aceleración del crecimiento, madurez sexual, frecuencia de desoves y aparición y propagación de enfermedades. Los aspectos citados merecen atención preferente en los procesos de producción intensiva.

En el marco de la calidad hídrica otro factor que reviste especial importancia es la dureza total, que mide las cantidades de calcio y magnesio en forma de carbonatos. Se admite como rango ideal para la dureza total valores entre 200ppm-300ppm; en esta condición se asegura un crecimiento más acelerado del pez como consecuencia de la osificación que también ocurre a mayor velocidad.

Dentro de la misma calidad hídrica, lo que interesa a la producción intensiva es lo relacionado con el pH; se considera que las aguas con pH próximo al punto de neutralidad son las mejores para la producción intensiva de trucha.

En el transcurso del proceso de producción, pueden ocurrir en el agua situaciones de acidosis o de alcalosis, estas situaciones reflejan en alguna medida el manejo que se observa en el proceso de crianza y que en todo caso son superables a través de procedimientos de taponamiento.

Además de los parámetros comentados sobre la calidad hídrica, reviste primera importancia lo relacionado con el oxígeno disuelto; en tal caso, los salmónidos son de las especies ícticas más exigentes en la disponibilidad de este gas que para el caso puntual de trucha arco iris debe estar entre 7ppm – 8.5 ppm; para alcanzar esta condición durante la producción intensiva en estanques requiere un recambio de agua de 3 veces por hora con relación al volumen del estanque. Cuando se trata de flujo de agua para incubación ese recambio debe ser de 6 veces por hora, lo que indica que la respiración ocurre con suma intensidad durante el proceso incubatorio.

Como ocurre en toda piscicultura, los déficit y excesos de oxígeno ocasionan problemas que se manifiestan en forma de hipoxias e hiperoxias, en este último caso se genera la llamada “enfermedad de las burbujas “que puede resultar letal particularmente durante la incubación y menos drástica cuando ocurre en estabulación. (Mora, 1988)

### 1.3 MADUREZ SEXUAL EN PECES

A continuación se exponen las especificaciones sobre el proceso de madurez sexual:

**Cuadro 01: Madurez sexual en peces – grupos de Maier.**

I	Testículos pequeños vidriosos, transparente, sin color o algo grisáceos.	I	Ovario vidrioso, transparente, pequeño y con paredes tirantes. Los óvulos no se pueden ver a simple vista; bajo el microscopio se les puede ver como peq. Células transparentes y poligonales, de tamaños diversos. Bajo la lupa; paredes ováricas internas homogéneas.
II	Testículos pequeños ,turbios ligeramente rojizos,	II	Ovario turbio pero transparente, rojizo o rojo-grisáceo, de paredes tirantes y pequeño. Los

	transparentes		óvulos se pueden reconocer con la lupa como células redondeadas y transparentes, pero todavía hay óvulos en I.
III	Testículos pequeños, rojizos, con vasos sanguíneos opacos.	III	Ovario casi opaco, rojo grisáceo o anaranjado, con bastantes vasos sanguíneos. Algunos óvulos se pueden reconocer a simple vista, se hacen algo opacos y toman color anaranjado por el vitelo que comienza a formarse y puede reconocerse al microscopio
IV	Testículos pequeños, rojos blanquicos, tirantes, con pocos vasos sanguíneos. Cuando se les aprieta no sale líquido.	IV	Ovario totalmente opaco, naranja a rojo-blanquico, relativamente pequeño (la mitad del tamaño definitivo), muy rollizo. Óvulos que se pueden notar a simple vista, con vitelo que les comunica un color naranja o rojo-blanquico. Por estar muy pegados unos con otros, pueden tomar la forma poligonal.
V	Testículos totalmente opacos, con la longitud definitiva, rollizo tirante, libera líquido blanco cuando se le aprieta.	V	Ovarios ovario opaco, naranja o rojo blanquecino; a alcanzado el tamaño y peso definitivo.  Los óvulos como en IV, pero nuevamente bien redondeados.
VI	Testículos, igual al anterior, pero libera líquido lechoso; las paredes bien estiradas.	VI	Ovario rojo-grisáceo, viéndose algo transparente, con algunos puntos naranja. La mayor parte de los óvulos se han hecho transparentes y se deslizan con facilidad.
VII	Testículos opacos, blancos con algo rojizo, liberan todavía esperma, algo acortados y con paredes distendidas	VII	Ovario gris a rojo oscuro, transparente, algo acortado.  Las paredes se agrupan y tienen algunos vasos sanguíneos ningún óvulo opaco.

VIII	<p>Testículos rojos o gris-rojizos, muy cortos, no sale esperma.</p> <p>Paredes muy suaves y con muchos vasos sanguíneos.</p> <p>Luego continúa como en II y siguientes.</p>	VIII	<p>Ovario de color rojo y transparente, Paredes muy suaves, rugosas, con vasos sanguíneos. De los óvulos blancos, quedan muy pocos, estando algo aplastados y en reabsorción. Continuar luego con el II y demás.</p>
------	--	------	--

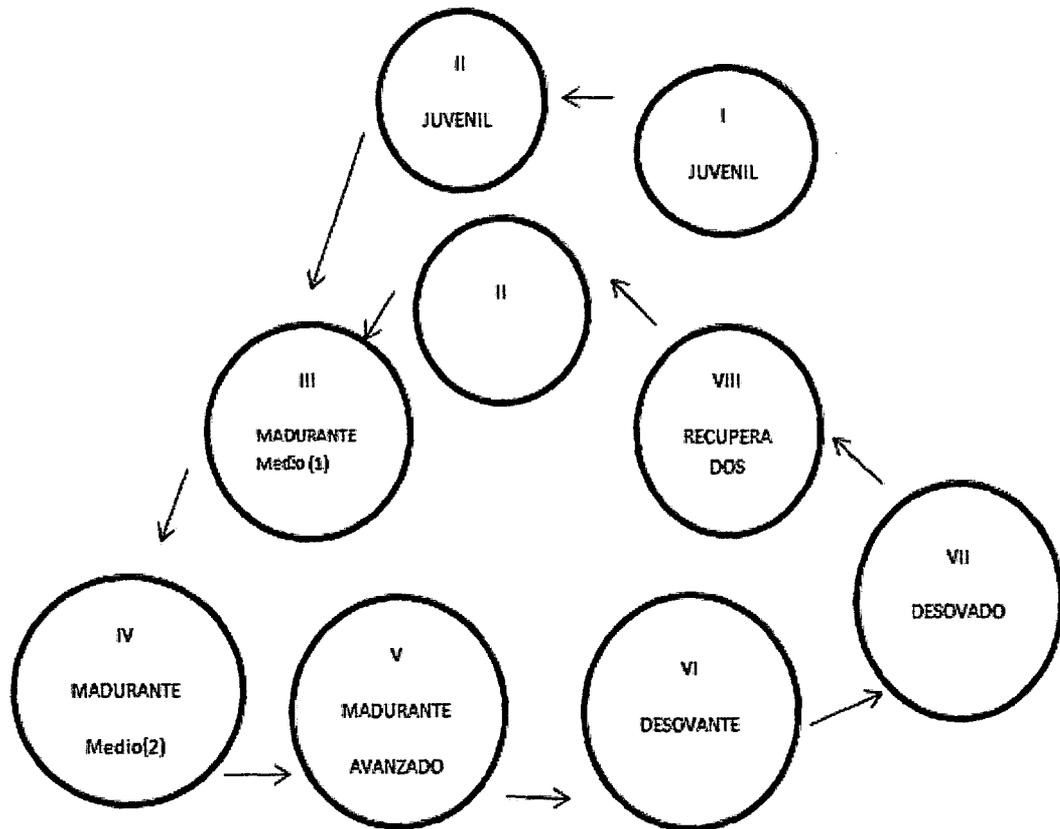
Fuente. "Ictiobiología" Alvites, W.1990

Tanto para el caso del macho como de la hembra, los estadios VII y VIII indican que se ha liberado esperma u óvulos y que se reinicia un periodo de maduración.

Particularmente, en los últimos grados de madurez, tanto en machos como en hembras, cuando se registran el peso de las gónadas de cada individuo y el peso corporal del mismo es posible determinar el **ÍNDICE GONADOSOMÁTICA (IGS)**, que establece la relación porcentual entre el peso corporal total y el peso de la gónada. El valor del IGS, constituye un indicador del momento de la madurez, particularmente en lo que corresponde al desove.

**Gráfico 01: Estadios de Desarrollo sexual en peces**

**ESTADIOS DE DESARROLLO SEXUAL**



Fuente. "Ictiobiología" Alvites, W.1990

**Cuadro 02: Etapas de madurez sexual (escala de Naier de Buckmann)**

<b>Etapas</b>	<b>Características</b>
<b>ETAPA I</b>	Virgen: Órganos sexuales muy pequeños, cerca y debajo de la columna vertebral.
<b>ETAPA II</b>	Virgen en maduración y recuperación de puesta de huevos: Testículos y ovarios traslucidos, rojo-grisáceo.
<b>ETAPA III</b>	En desarrollo: Testículos y ovarios opacos, rojizos, con capilares sanguíneos, ocupan aproximadamente la mitad de la cavidad ventral
<b>ETAPA IV</b>	Desarrollo: Testículos blanco-rojizos. No aparecen gotas de

	lehecillas haciendo presión, Ovarios anaranjados-rojizos.
<b>ETAPA V</b>	Gravidez: Los órganos sexuales llenan la cavidad ventral. Testículos blancos, gotas de lehecilla caen haciéndolos presión
<b>ETAPA VI</b>	Desove: Óvulos y lehecillas se desprenden con muy ligera presión
<b>ETAPA VII</b>	Terminado: No totalmente vacío aun. En el ovario no quedan huevos opacos
<b>ETAPA VIII</b>	Descanso: Los testículos y el ovario vacíos y rojo. Unos pocos huevos en el estado de reabsorción

Fuente. "Ictiobiología" Alvites, W.1990.

#### **1.4 BIOECOLOGÍA DE REPRODUCCIÓN EN PECES**

En los peces ocurre prácticamente las 3 formas o modalidades de reproducción sexual: Heterosexual, Hermafrodita y Partenogenésica. La forma más generalizada corresponde a la heterosexual; sin embargo las otras modalidades si bien poco frecuentes pero no dejan de manifestarse tanto en peces óseos como en cartilaginosos.

Por otra parte, se distingue 2 formas de fecundación: Externa e Interna.

La fecundación externa siendo la más generalizada, requiere de diferentes tipos de sustratos para que ocurra el desove, como paso previo a la propia fecundación. En términos de desove los hábitos vienen a ser de fitófilos, psamófilos y litófilos, según desoven sobre plantas, sobre sustratos de arena o grava o sobre piedras o rocas, respectivamente.

Ocurrida la fecundación, el suceso inmediatamente siguiente viene a ser la incubación la que puede transcurrir en el medio acuático donde ha ocurrido el desove y la consiguiente fecundación; pero excepcionalmente ocurren también las incubaciones de otro tipo, como son la bucal y la que se sirve de una bolsa incubatriz. La incubación bucal se advierte con frecuencia en diversas especies como las del género tilapia, cuyas hembras mantienen los huevos o cigotos en la cavidad bucal hasta que ocurra la eclosión. (Lagler, 1999).

La presencia de la bolsa incubatriz como ocurre en el “caballito de mar” (Hippocampus), consiste en una estructura localizada en la región ventral de la hembra y que aparece como una especie de bolsa hasta donde son llevados por algunos de los reproductores, los óvulos inmediatamente después de su fecundación.

En términos de madurez sexual, las especies de aguas tropicales se muestran más precoces que los de aguas frías; después del primer desove las siguientes reproducciones se manifiestan con frecuencia anual para los de aguas frías. A su vez las especies de aguas tropicales, varias de ellas, pueden reproducirse más de una vez al año.

En todo caso, tratándose de peces de aguas frías o de aguas tropicales, la mejor calidad de gametos ocurre solamente a determinadas edades, así para el caso puntual de trucha arco iris la mejor calidad de óvulos y espermatozoides se dará entre la segunda y quinta reproducción, vale decir cuando los reproductores tengan entre 3 y 6 años.

La reproducción Hermafrodítica es poco frecuente y siendo así el individuo hermafrodita, dotado interiormente de ambas gónadas (testículos y ovarios) puede hacer gametogénesis simultáneamente o puede hacerlo sucesivamente; si primero madura y desova como hembra se le identifica como Progenésico y si lo hace primero como macho se trata de un Proándrico.

La reproducción Partenogénésica a la que se le atribuye la condición de reproducción sexual, se la considera así porque en esta reproducción es evidente la presencia de por lo menos gametos de un solo sexo (hembras) todas ellas de condición haploide y generar descendencias igualmente haploides, toda vez que el sexo opuesto (machos) no exista. (Tresierra & Culquichicón, 1993).

## **1.5 CRECIMIENTO EN LONGITUD Y PESO**

En términos generales se entiende por crecimiento al incremento en tamaño. Sin embargo, para entender mejor el crecimiento se debe admitir que todo organismo, desde sus células, es una estructura tridimensional (largo, ancho, espesor) y por consiguiente el crecimiento debería entenderse como el incremento en esas 3 dimensiones.

A su vez el peso es una expresión que indica o valora la masa corporal a través de alguna unidad de medida. En todo caso talla y peso son variables que se toman en cuenta para evaluar, entre otros, el desarrollo de los organismos.

En la evaluación del desarrollo de los peces, al igual que en otros organismos, usualmente admite la relación causa-efecto, admitiendo a la talla como la variable independiente y al peso como la variable dependiente. En términos estrictamente pesqueros los valores correspondientes a talla y peso permiten también determinar el factor de condición (K) como expresión del grado de bienestar de cada pez. Así para el caso de los salmónidos lo deseable, es que este factor de condición, alcance valores, entre 1.0 y 1.6, como resultado de la relación entre el peso de la gónada, expresado en gramos y la longitud total expresada en centímetros.

Por otra parte talla y peso son resultantes del proceso de metabolismo y los valores que alcanzan trasuntan de todas maneras la calidad de los nutrientes que consumen.

Finalmente, si la talla y peso dependen de la alimentación, éste a su vez está supeditado a la influencia de ciertos factores externos, particularmente la Temperatura con la que el nivel de apetito guarda relación directa.

Con relación al factor temperatura, su incidencia sobre los peces en crianza se manifiesta en diversos aspectos como son: niveles de apetito, retraso o aceleración del proceso de maduración sexual, retraso o aceleración del proceso del crecimiento y aparición y propagación de enfermedades, entre otros. (Huet, 1973)



## **1.6 GENERALIDADES SOBRE BIOECOLOGIA DE TRUCHA ARCO IRIS**

En la caracterización bioecológica de la especie, resaltan las siguientes particularidades:

- Es una especie íctica, originaria de América del Norte.
- Como que es un salmónido, la trucha arco iris al igual que sus congéneres, es una especie de aguas frías; sin embargo es entre los salmónidos la que mejor se adapta a los incrementos de temperatura.
- Alcanza su madurez sexual a los 2 años, sin embargo cuando la temperatura del agua particularmente en las estaciones, otoño e invierno desciende drásticamente, la primera madurez sexual puede retrasarse incluso hasta los 3 años.
- Es desovante total de invierno; por eso en el caso de nuestro país su madurez sexual ocurre entre mayo y agosto, repitiéndose anualmente en la misma temporada.
- Su longevidad comprobada oscila entre los 12 a 15 años
- A partir de su primera reproducción se manifiesta un dimorfismo sexual notorio como es la mandíbula inferior terminada en gancho sólo para el caso de los machos.
- Es una especie íctica del régimen carnívoro.
- La temperatura óptima de incubación es de 10°C y la de estabulación 15-16 °C.
- El tiempo de incubación a 10°C es de 30-31 días y su estado larvario tiene una duración de 4 semanas.
- Su introducción en aguas peruanas data de 1928, en forma de ovas embrionadas que culminaron con la eclosión en los ríos Mantaro y Tishgo en la provincia Yauli (La Oroya) región Junín. (Contreras,1993)

### Cuadro 03: Dimorfismo sexual en *Oncorhynchus mykiss*

ESTRUCTURA	MACHO	HEMBRA
Boca y mandíbula	Grande y puntiaguada	Pequeña redondeada y
Dientes	Agudos	No muy agudos
Musculatura	Dura	Suave
Abdomen	Duro	Más blanda
Poros genitales	No prominente	Prominente
Color nupcial	Muy negrozco	Normal
Ancho de cuerpo	Angosta	Ancha

Fuente: Manual de Crianza de Trucha, CEDEP, Antamina 2009

### Posición taxonómica de *Oncorhynchus mykiss*

Reino : Animal (Linnaeus, 1758)

Sub Reino : Metazoa (Linnaeus, 1758)

Phylum : Chordata (Bateson, 1885)

Sub Phylum : Vertebrata (Linnaeus, 1758)

Clase : Osteichthyes (Linnaeus, 1758)

Sub Clase : Actinopterygii (Cope, 1885)

Orden : Isospondyli (Walbaum, 1792)

Sub Orden : Salmoneidei (Walbaum, 1792)

Familia Salmonidae (Walbaum, 1792)

Género : *Oncorhynchus* (Walbaum, 1792)

Especie: *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)

Nombre Vulgar: "Trucha arcoíris" (Walbaum, 1792)

Fuente: <http://herramientas.educa.madrid.org/animalandia/ficha-taxonomica.php?id=1127>

## **1.7 REDES JAULAS FLOTANTES**

Una jaula flotante es una estructura compuesta por estructuras rígidas, sobre la que se apoya un sistema de flotación, que a su vez sostiene una bolsa o vivero, confeccionado de redes y que tiene como objetivo confinar a una población de peces que se cría, en un ambiente controlado, y que cae hacia el fondo, cerrado por los lados. Todo el sistema se encuentra anclado al fondo con templadores y lastres. En algunos casos lleva un techo para protección contra predadores, así como también, tratar de evitar la fuga por parte de los peces en cultivo. (Mora, C. 1988).

### **1.7.1 ESTRUCTURA FLOTANTE O RÍGIDA.**

La estructura rígida se construye en base a palos de Eucalipto, o en algunos casos, con cañas de Guayaquil, en número 8 por ejemplo, de 7 metros de longitud; los cuales unidos en sus extremos y fijados a un cilindro plástico por cada extremo, conforman un cuadrado que da forma y flotabilidad a la jaula, en ésta se sujeta la bolsa o red construida con paño, cabos e hilos. (Mora, C. 1988).

### **1.7.2 RED, BOLSA O JAULA PROPIAMENTE DICHA.**

Es el medio que limita el volumen de agua donde se encuentran los peces sometidos al cultivo, con aberturas de malla que no permita el escape de los mismos. La abertura de las mallas permite el intercambio de agua entre el ambiente circundante y el interior de la jaula. Las dimensiones de la bolsa suelen ser principalmente, de 5 de largo, 5 de ancho y 3 metros de profundidad.

Los materiales más utilizados en la construcción de las bolsas o viveros, pueden ser paños de hilo con nudos o sin nudos. (Mora, C. 1988).

### **1.7.3 TEMPLADORES O FIJADORES DE CORRIENTE.**

Los templadores tiene como finalidad mantener la jaula fija en un determinado lugar, dependiendo de muchos factores tales como: forma y dimensión de la jaula, características del fondo, profundidad, fuerza de la corriente de agua, oleaje, empuje del viento, variación del nivel del agua.

Los materiales utilizados para los templadores o fijadores de corriente son: cabos de propileno de ½", boya de flotación y sacos de lastre. (Raúl, J & Alfredo, R ,2004).

## **1.8 ESTABULACIÓN EN REDES JAULA**

El lugar en donde se crían las truchas en confinamiento, recibe el nombre de vivero, jaula, recinto y bolsa; la trucha arco iris es una especie que se adapta bien al cultivo intensivo o la crianza en cautiverio , siempre que se le brinde agua en condiciones adecuadas, en consecuencia se ha logrado conformar un sistema de crianza abierta en redes jaula, que son recintos encerrados que flotan en un medio acuático, con un flujo permanente de agua, donde el alimento requerido por el pez, es proporcionado por medio de una dieta balanceada de tal manera que el proceso de crecimiento y engorde de peces se mantiene de manera controlada ; aquí el agua es renovada continuamente a través de las mallas de las jaulas, aportando oxígeno permanente. Las jaulas flotantes tienen las característica de ser aplicable a casi toda las especies acuícolas, especialmente en aguas abiertas, donde el rendimiento de los peces es muy bajo y otros desarrollos pesqueros no son prácticos; además la estabulación en redes jaulas puede ser simple, conociendo todas las características de manejo y los factores que intervienen en la truchicultura. (Mora, C. 1988).

### **1.8.1 CONSTRUCCIÓN DE JAULAS FLOTANTES DE ACUERDO AL NIVEL DE DESARROLLO TECNOLÓGICO.**

- **Artésanal**, son jaulas de diseño y materiales de la zona, su construcción es con fines de bajar su costo de construcción y facilidades de acceso a dichos materiales.
- **Tecnología media**, aquella que busca proporcionar comodidad y seguridad en el manejo de la producción, incrementar los volúmenes de producción, mejorar la tecnología de producción y generar nuevas etapas de desarrollo.
- **Tecnología alta**, son jaulas diseñadas con el propósito de diversificar la producción de especies acuáticas, disminuir el factor de riesgo ante

condiciones meteorológicas. (Incagro e Inversiones Santa Inés S.A.C ,2008)

### **1.9 MARCO CONCEPTUAL:**

Los términos que a continuación se mencionan, estimamos que son los que mejor han identificado nuestra investigación:

**Red Jaula:** Ambiente artificial de confinamiento de peces al interior de un lago o una laguna; consiste en una estructura similar a una jaula confeccionada, en sus “paredes” y “piso” de mallas tejidas con material sintético.

**Evolución gonadal:** Se refiere a la progresión de los gametos al interior de las gónadas y cuya evaluación puede hacerse de acuerdo a tablas establecidas o con criterios de observación directa.

**Estabulación:** Mantenimiento de peces encerrados en ambientes artificiales (estanque, red jaula, etc.) Generalmente con fines de producción intensiva o trabajos de investigación.

**Piscicultura intensiva:** entiéndase como mayor producción en menor espacio, con población confinada en ambientes artificiales, atención permanente del piscicultor

## **CAPITULO II**

### **ÁREA DE ESTUDIO**

#### **2.1 UBICACIÓN**

El área de estudio está ubicado en el lago Langui – Layo, en el departamento de Cusco, provincia de Canas y distritos de Langui, Layo y Kunturkanki, se encuentra a una altitud de 3950 metros sobre el nivel del mar.

Sus coordenadas son 14°26'47 S y 71°16'11" O en formato DMS (grados, minutos, segundos). Pertenece a la cuenca del Vilcanota.

#### **UBICACIÓN POLÍTICA**

Región : Cusco.  
Provincia : Canas  
Distritos : Langui, Layo, Kunturkanki.

#### **UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

Latitud Sur : 14°26'47  
Longitud Oeste : 71°16'11"  
Altitud : 3,950 m.s.n.m

#### **HIDROGRÁFICA**

Cuenca : Vilcanota  
Sub Cuenca : Langui – Layo

## 2.2 ACCESIBILIDAD

El lago Langui-Layo se encuentra al Sur Oeste de la ciudad del Cusco a 173km de distancia conectada por vía asfaltada desde Cusco a Sicuani (138 Km), desde ahí se toma una vía asfaltada(20km) y afirmada (15km) hacia Espinar, en media ruta se encuentra esta laguna. El tiempo de viaje desde la ciudad del Cusco es aproximadamente 3 horas.

También se puede acceder ingresando por el sector de Layo a través de la carretera afirmada que se bifurca desde Aguas Calientes (distrito Marangani, provincia Canchis).

## 2.3 USOS DEL LAGO.

El lago Langui - Layo es empleado para la actividad pesquera artesanal de las especies de *Oncorhynchus mykiss* “ trucha arco iris” y *Basilichthys bonariensis* “pejerrey”, así como también para la crianza de trucha arco iris con el empleo de jaulas flotantes, es una actividad por parte de pequeños productores, así mismo el agua del efluente es utilizado para la generación de energía eléctrica, el agua de los afluentes y efluentes con fines agrícolas y finalmente también se usa para el consumo humano de las poblaciones de Langui, Layo y Sicuani.

**Cuadro 04: Características morfogeométricas del lago Langui-Layo**

Longitud Máxima (L), m	15,600
Longitud Máxima efectiva (L), m	12,500
Ancho máxima (B <sub>max</sub> )	4,400
Ancho máximo efectivo (B <sub>E</sub> )	3,500
Ancho medio (B), m A/L	3,513
Profundidad máxima (M <sub>áx.</sub> ), m	210
Profundidad media (Z), m	130
Profundidad al tercer cuartil (Z <sub>75</sub> ), m	36.2
Profundidad mediana (Z <sub>50</sub> ), m	75
Profundidad del primer cuartil (Z <sub>25</sub> ), m	121.3
Profundidad relativa (Z <sub>r</sub> =(M <sub>áx.</sub> √π / (20 Va)), %	2.51
Dirección del eje mayor	SE-NO
Perímetro (L <sub>0</sub> ), m	37,900
Área Total (A), m <sup>2</sup>	54,796,000
Volumen (V), m <sup>3</sup>	7,129,866,994
Volumen iluminado (V <sub>i</sub> ), m <sup>3</sup>	832,578,634
Índice de desarrollo del perímetro (F)	1.44
Índice de desarrollo del volumen (Vd)	1.86
Forma del lago	Scx
Relación Profundidad (Z/Z <sub>max.</sub> )	0.62
L <sub>max</sub> /B <sub>max</sub>	3.55
Pendiente media %	3.5
Elipsoidal (E), adimensional	0.62
Factor de pendiente (S), %	53.4
Factor de forma (Vd <sup>-1</sup> )	0.54
Radio dinámico (VA)/Z	0.06
Áreas de erosión + transporte (A <sub>E+T</sub> ), %	76
Áreas de acumulación A <sub>A</sub> , %	24
Factor de energía (F <sub>E</sub> =VA/D <sub>max</sub> )	35.2
Altitud, msnm	3,955

FUENTE: IMARPE – Puno, 2011

## **2.4 ZONAS DE VIDA**

De acuerdo al mapa ecológico elaborado por la ONERN (1976) y basado en las zonas de vida del triángulo de Holdrige, se tiene

### **2.4.1 Bosque Húmedo – Montano Sub Tropical (bh – MS)**

En esta zona de vida, el promedio de precipitación total anual varía entre 600mm y 850mm y la biotemperatura media anual varía entre 10°C y 6°C. se ubica entre los 3,400 y 4000 msnm. Según el Diagrama de Holdrige esta zona de vida tiene una evapotranspiración potencial que varía entre la mitad (0,5) y una cantidad igual (1) al volumen promedio de precipitación total del año, lo que la ubica en la categoría “Húmedo”.

## **2.5 MORFOLOGÍA Y MORFOMETRÍA DEL LAGO LANGUI-LAYO**

El lago Langui – Layo tiene una forma ovoidal alargada y la cubeta tiene una forma de U o morfología lineal ligeramente convexa en la parte profunda. En algunos puntos de la orilla no existe una plataforma, por el ingreso de las montañas directamente cortando el bisel. La orientación del eje de mayor longitud es de Nor-oeste a Sur-este (IMARPE – PUNO, 2011).

## **2.6 CLIMA.**

Los datos climáticos provienen de la estación meteorológica de Sicuani, la más cercana al ámbito de la sub cuenca de Langui-Layo: la estación se encuentra a los 71°13' longitud oeste y los 14°17' latitud sur y a una altitud de 3550 m.s.n.m. La estación de climatología ordinaria (CO) que tiene información desde 1965 y ubicada a 29.5 km de la sus cuenca de Langui-Layo.

### 2.6.1 CLIMATODIAGRAMA

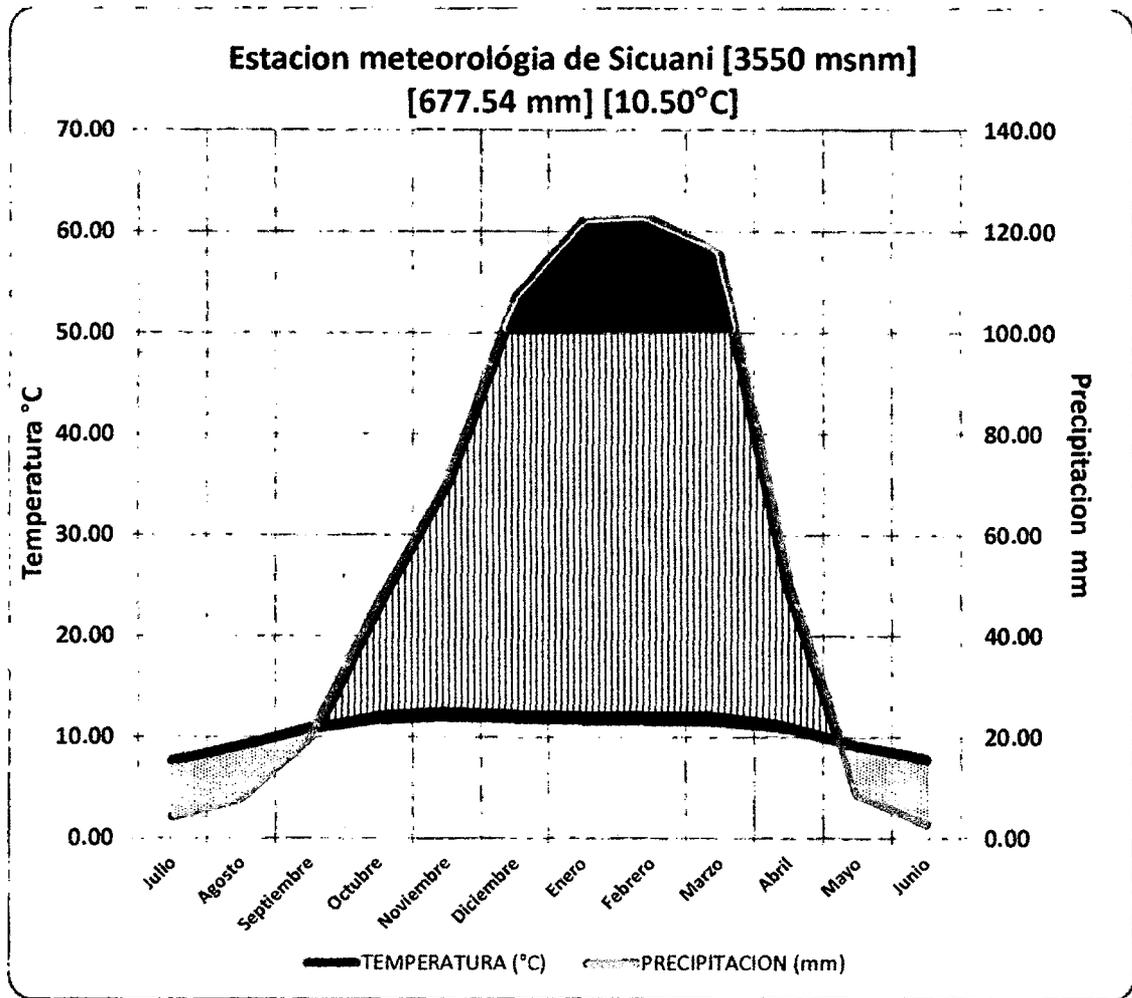
Para elaborar el Climatodiagrama, se tomaron los datos de temperatura y precipitación que se muestran en la siguiente tabla.

**Cuadro 05: Temperatura y Precipitación**

<b>Meses</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
Julio	4.22	7.62
Agosto	7.86	9.12
Septiembre	19.7	10.86
Octubre	46.51	11.78
Noviembre	69.91	12.01
Diciembre	107	11.85
Enero	122.08	11.72
Febrero	122.73	11.69
Marzo	115.68	11.55
Abril	50.11	11.86
Mayo	8.91	9.14
Junio	2.81	7.81
<b>Media Mensual</b>	<b>56.46</b>	<b>10.46</b>
<b>Total Anual</b>	<b>677.54</b>	<b>126</b>

Fuente: SENHAMI (2013).

**Gráfico 02: Climatodiagrama**



Fuente: SENHAMI

Según el Climatodiagrama, presenta una temperatura promedio de 10.5°C y una precipitación de 677.54 mm, además nos indica que los meses de Mayo a Agosto presentan un estrés hídrico, mientras que las precipitaciones se presentan en los meses de diciembre a marzo siendo los picos en Enero y febrero.

**Cuadro 06: Principales parámetros físico-químicos del lago Langui-Layo**

T : °C	OD : ppm	Alc.total : ppm	Dur. Total : ppm	PH : ppm
10.3 - 16.6	6.2 - 7.5	101 - 105.7	248 - 343	8.1-8.7

Fuente: Loayza. Informe "Contribución al Conocimiento Limnológico del lago Langui-Layo" 1976.

## 2.7 PRINCIPALES RECURSOS:

### 2.7.1 FLORA Y FAUNA:

La vegetación es característica de los cuerpos de agua lenticos alto andinos, con una cubierta vegetal gramínoespitosa, representada especialmente por *Stipa ichu* "paja brava" y *Festuca sp.* En las áreas circundantes al cuerpo de agua se encuentran asociaciones de plantas rupestres de carácter anual, temporal y algunos perennes.

En cuanto a las especies forestales, se tienen *Eucaliptus globulus* (eucalipto), *Cupresus spp* (ciprés) *Budleja coriacea* (colle) y muchas especies herbáceas más.

La fauna está representada por un predominio ornitológico representado por:

**Cuadro 07: Fauna circundante al lago Langui - Layo**

ESPECIE	NOMBRE COMUN
<i>Rollandia rolland</i>	Zambullidor pimpollo
<i>Podiceps occipitalis</i>	Zambullidor plateado
<i>Ardea alva</i>	Garza grande
<i>Egretta thula</i>	Garcita blanca
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Mayusonso
<i>Phoenicopterus jamesi</i>	Flamengo
<i>Phoenicopterus andinus</i>	Flamengo
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña
<i>Choephaga melanoptera</i>	Huallata

<b><i>Lophoneta specularoides</i></b>	Pato cordillerano
<b><i>Anas puna</i></b>	Pato puna o Yucsa
<b><i>Anas flavirostris</i></b>	Cocha pato, sutro
<b><i>Anas discolor</i></b>	Pato
<b><i>Anas cyanoptera</i></b>	Pucca pato
<b><i>Gallinula galeata</i></b>	Polla de agua
<b><i>Vanellus resplendens</i></b>	Lekecho
<b><i>Tringa solitaria</i></b>	Playero

FUENTE: Loayza ,1976

#### Cuadro 08: ANFIBIOS

<b>ANFIBIOS</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>
<b><i>Rhinella spinulosus</i></b>	Sapo
<b><i>Gastrotheca marsupiata</i></b>	Rana
<b><i>Telmatobius marmoratus</i></b>	Rana

FUENTE: Loayza ,1976

#### Cuadro 09: VEGETACIÓN CIRCUNDANTE

<b>ESPECIE</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>
<b><i>Poa sp.</i></b>	Poaceae	--
<b><i>Festuca sp.</i></b>	Poaceae	--
<b><i>Stipa ichu</i></b>	Poaceae	Ichu
<b><i>Calamagrostis</i></b>	Poaceae	--
<b><i>Paspalum sp.</i></b>	Poaceae	Paja

FUENTE: Loayza ,1976

### Cuadro 10: VEGETACIÓN EMERGENTE O PALUSTRE

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMUN
<i>Scyrcpus californicus</i> var. <i>Totora</i>	Cyperaceae	Totora
<i>Thypha dominguensis</i>	Thiphaceae	Matara
<i>Juncus balticus</i>	Juncaceae	Chihua
<i>Juncus dombeyanus</i>	Juncaceae	--
<i>Hypsella reniformis</i>	Campanulaceae	--

FUENTE: Loayza ,1976

### Cuadro 11: VEGETACIÓN SUMERGIDA

ESPECIE	FAMILIA
<i>Elodea sp.</i>	Hydrocharitaceae
<i>Potamogetum pectinatum</i>	Potamogetonaceae
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	Haloragaceae
<i>Cladophora alantoides</i>	Clorophyceae
<i>Zannichelia andina</i>	Potamogetonaceae
<i>Chara fragilis</i>	Characeae
<i>Nostoc commune</i>	Cyanophyceae

FUENTE: Loayza ,1976

### Cuadro 12: VEGETACIÓN FLOTANTE

ESPECIE	FAMILIA
<i>Lemna gyba</i>	Lemmaceae
<i>Spirogyra crassa</i>	Zygnemataceae
<i>Cladophora glomerata</i>	Clorophyceae

FUENTE: Loayza ,1976

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

##### **3.1.1 MATERIAL BIOLÓGICO**

- Trucha arco iris

##### **3.1.2. INFRAESTRUCTURA DE CAMPO:**

- Redes jaulas 5m x 5m x 3m instaladas al interior del lago Langui- Layo
- Bote de madera de 3m de eslora.

##### **3.1.3. EQUIPOS Y MATERIALES DE CAMPO:**

- Termómetro de canastilla con precisión a 0.5°C
- Calcales con mallas de media pulgada
- Baldes y tinas de plástico de diversas capacidades
- Kit portátil para análisis físico-químico del agua: TEST AQUA-TEST BOX

##### **3.1.4. EQUIPOS DE GABINETE:**

- Ictiómetro
- Balanza digital con fuerza de 5 kg y precisión de 1gr.
- Tijeras
- Bandeja
- Bisturí
- Calculadora
- Cámara digital

## 3.2. METODOLOGÍA

### 3.2.1 DE LA CALIDAD HÍDRICA

Los parámetros físico-químicos con especial significación para la práctica de piscicultura son los referidos a: Temperatura, Oxígeno disuelto, pH, Dureza total y Alcalinidad total; aspectos que fueron determinados utilizando un equipo portátil de análisis de agua como es el TEST AQUA-TEST BOX. Puntualmente, los parámetros señalados fueron analizados de acuerdo a los siguientes protocolos:

- **Temperatura:** La temperatura se registró utilizando un termómetro de canastilla con precisión a 0.2°C.
- **Ph:** Por comparación del color después del viraje de la combinación de 4 gotas de reactivo del equipo con 5ml de agua; el rango de colores se tiene adjunto en el equipo en un rango de 4.5 – 10.
- **Oxígeno disuelto:** Utilizando 6 gotas del reactivo, 1 y 2, incluidos en el equipo portátil aqua test, en 30 ml de agua; producido el viraje de color se comparó con la tabla contenida en el equipo en un rango de 0 – 9ppm.
- **Dureza total:** Tomando 5ml de agua y un número indeterminado de gotas del reactivo cuando ocurre el viraje de color marrón a verde. Cada gota representa un grado de dureza total en la escala alemana la que se convierte a ppm multiplicando por el factor 17.8 (1° de dureza = 17.8ppm).
- **Alcalinidad:** Contando las gotas gastadas para que el color vire de celeste a amarillo, en 5ml de agua. La conversión a ppm se realiza utilizando el mismo factor que para la dureza total.

### 3.2.2. DEL MUESTREO;

Entre Mayo y Setiembre del 2013 se efectuaron 5 muestreos, obteniendo cada vez, al azar, ejemplares con el empleo de un calcal con mallas de media pulgada. Obviamente la muestra fue obtenida de los peces estabulados en las redes jaulas. Dichas redes jaulas administradas por un piscicultor particular,

son de hechura artesanal, con palos de Eucalipto en su estructura rígida, cilindros como flotadores y redes con mallas de media pulgada en las partes laterales y fondo de la bolsa que equivale a lo que es la estructura flotante; las dimensiones de cada red jaula son de 5x 5 x3 metros.

### **3.2.3. DE LOS REGISTROS DE TALLAS Y PESOS**

Extraídos los ejemplares, de sus respectivas redes jaulas, tomándolos al azar (sin distinción de sexo) fueron inmediatamente medidos, recostadas sobre su flanco derecho, utilizando un ictiómetro con precisión a 1 mm e inmediatamente después se procedió al pesaje respectivo con empleo de una balanza digital con precisión a 1gr.

### **3.2.4 DE LA EVALUACIÓN DEL FACTOR DE CONDICIÓN**

EL nivel de bienestar, que en alguna medida equivale al nivel de vitalidad, se procedió a determinar el factor de condición, asumiendo un crecimiento isométrico y empleando para ello la fórmula de FULTON:

$$F = \frac{P}{L^3} \times 10^n$$

Dónde:

F = factor de condición

P = peso del pez en gramos

L = longitud del pez en mm ó cm

n = exponente que puede ser 2 ó 5 según se considere la talla en cm ó mm respectivamente.

Es oportuno aclarar que el factor de condición se simboliza indistintamente, por F o por K, conforme se puede advertir en la bibliografía consultada

En base a la escala de FULTON, la asociación de pesca deportiva de Estados Unidos establece la siguiente escala, la misma que rige la calificación en las competencias que de manera frecuente realiza tal institución.

**Cuadro 13: Escala del Factor de Condición (K)**

ESCALA FACTOR DE CONDICIÓN	
Valor de k	Comentarios
1.60	<b>Excelente</b> estado, pescados clase trofeo.
1.40	<b>Bueno</b> , el pescado bien proporcionado.
1.20	Un pez <b>justo</b> , aceptable para muchos pescadores.
1.00	Un pez <b>pobre</b> , alargado y delgado.
0.80	Un pez <b>extremadamente pobre en peso y talla</b> , se asemeja a un Barracuda; cabeza grande cuerpo estrecho y delgado.

Fuente. Barnham, Ch&Baxter, A, 1998

### **3.2.5 DE LA EVALUACIÓN DE LA MADUREZ SEXUAL**

Registrados los datos de peso y talla, se procedió a abrir la cavidad abdominal para proceder a una observación directa sobre el grado de madurez sexual, anotándose las características referidas al tamaño de las gónadas, vascularización y color de las mismas.

Cumplido lo anterior, se procedió a la extracción de testículos y ovarios para la calificación de la madurez sexual utilizando la escala de Naier de Buckman para desovantes totales.

La evaluación de la maduración sexual por observación directa de las gónadas permitió distinguir claramente un menor tamaño de testículos y ovarios dentro de la cavidad visceral, un aspecto opaco y una vascularización acentuada cuando los ejemplares están en los estadios iniciales de maduración, mientras que cuando se aproxima el momento de la madurez total, las gónadas aparecen más grandes ocupando casi toda la extensión de la cavidad abdominal, con un color transparente, por otra parte, las características de las gónadas en sus diferentes estadios de evaluación coinciden o se aproximan bastante a la caracterización que aparece en la tabla establecida por Naier de Buckman para desovantes totales.

En todo caso las características tanto de testículos como de ovarios en sus diversos momentos de la maduración se hacen más notorios o distinguibles en reproductores de mayor edad.

Como observación final sobre el proceso de maduración sexual se tiene que este proceso se inicia prácticamente en mayo y concluye con los últimos ejemplares maduros entre agosto y setiembre, en ambos sexos.

### 3.2.6. DEL ÍNDICE GONADOSOMÁTICO

Siendo el IGS una forma de evaluar la evolución de la madurez sexual, en base a los datos relacionados con el peso corporal total y el peso de las gónadas.

Se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{IGS} = \frac{\text{Peso gónadas}}{\text{Peso corporal}} \times 100 = \dots \%$$

### 3.2.7 DE LA DISPERSIÓN DE LAS VARIABLES DE PESO Y TALLA,

Para la evaluación de la homogeneidad o heterogeneidad de pesos y tallas se aplicó la prueba estadística de Coeficiente de Variabilidad (C.V)

$$\text{C.V.} = \frac{S_x}{\bar{X}} \times 100 = \dots \%$$

Dónde:

$S_x$  = Desviación estándar.

$\bar{X}$  = Promedio muestral

El resultado luego se interpretó de acuerdo a la siguiente escala.

**Cuadro 14: Escala de evaluación del Coeficiente de Variabilidad**

CV = Hasta 5 %	Carácter poco disperso
CV = 5% - 10%	Carácter variable
CV = > 10%	Carácter muy variable

Fuente: Reyes Castañeda 1990

### 3.2.8 DE LA EVALUACIÓN POR ASOCIACIÓN DE VARIABLES

Para evaluar del desarrollo, en función de las variables talla y peso, se recurrió a la asociación de variables a través de la prueba estadística de regresión lineal:

$$\hat{Y} = a + bX$$

Dónde:

$\hat{Y}$  = Valor esperado para la variable dependiente

$a$  = Punto de intersección de la recta sobre el eje de las ordenadas

$b$  = Pendiente o coeficiente de regresión.

$X$  = Valor de la variable independiente en determinado momento.

Para hallar los valores correspondientes de los componentes de esta recta se desarrollaron las siguientes fórmulas:

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2}$$

Para a:

$$a = \hat{Y} - b\bar{x}$$

Complementariamente se determinaron el **coeficiente de correlación**, ( $r$ ) como medida de grado de asociación entre las variables y el **Coeficiente de Determinación** (C.D), para medir la influencia porcentual de la variable independiente sobre la variable dependiente.

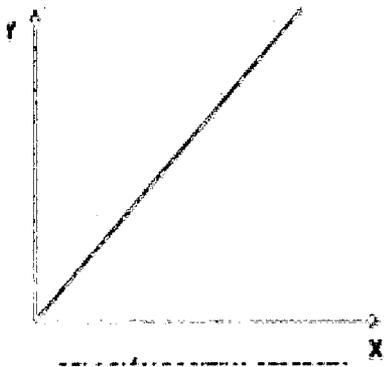
$$r = \frac{\sum XY}{\sqrt{(\sum X^2) \cdot (\sum Y^2)}}$$

## Coefficiente de determinación (CD)

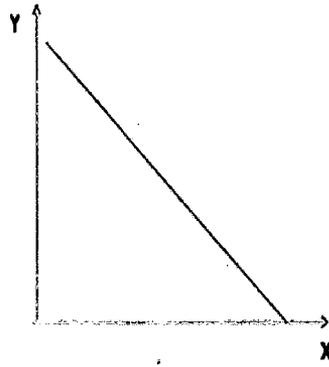
$$CD = r^2 \times 100 = \dots\%$$

Como expresión gráfica del **coeficiente de correlación** y para su respectiva interpretación se tiene las siguientes representaciones:

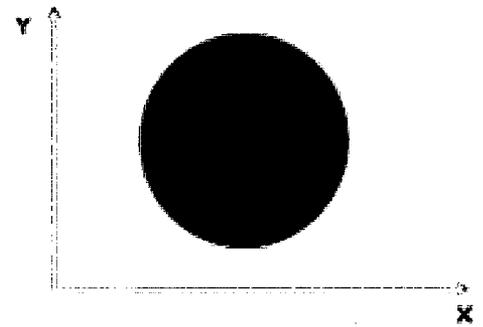
**Gráfico: 03: Diagramas de dispersión para estimar la correlación entre las variables x i y**



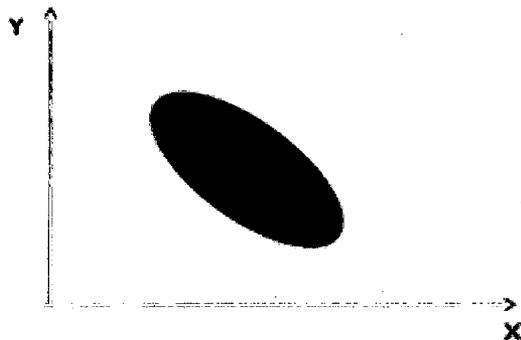
**Relación positiva perfecta  $r=1$**



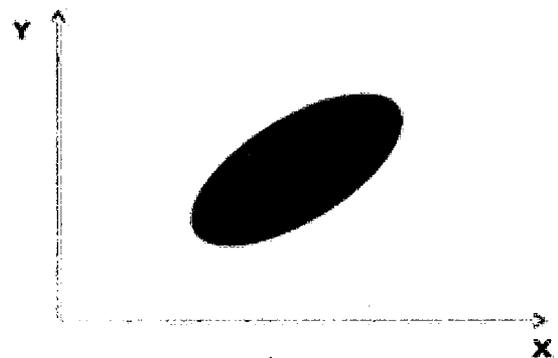
**Relación negativa perfecta  $r=-1$**



**No existe relación  $r=0$**



**Relación Negativa  $r < 0$**



**Relación positiva  $r > 0$**

**Cuadro 15: Correlaciones**

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: Reyes Castañeda 1990

### 3.2.9 DE LA DIFERENCIA DE PROMEDIOS DE PESO Y TALLA

Las posibles diferencias o igualdades, tanto en peso como en talla, a través de sus promedios correspondientes a las muestras obtenidas se establecieron a través de la prueba Análisis de Varianza (ANOVA), considerando las alternativas clásicas de hipótesis nula e hipótesis alterna; la primera que admite igualdad y la otra que insinúa diferencias:

$$H_0: \bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3 = \dots \bar{x}_n,$$

$$H_A: \bar{x}_1 \neq \bar{x}_2 \neq \bar{x}_3 \neq \dots \bar{x}_n,$$

Como decisión se acepta la hipótesis nula cuando el F calculado es menor al F tabulado al 95% de confianza y se acepta la hipótesis alterna  $H_A$  cuando el F tabular es mayor al F calculado, al 95% y 99% de confianza para tomar la denominación de diferencia significativa o altamente significativa, respectivamente.

Como complemento del ANOVA y para establecer puntualmente las igualdades o diferencias entre cada dos promedios, se aplicó la prueba de

Tuckey, a cuyo efecto se calculó previamente la diferencia mínima significativa (w);

$$W = q_{\alpha}(a, gl \text{ error}) \sqrt{CM_{error}/2\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}$$

Dónde:

W = Diferencia mínima significativa.

$q_{\alpha}(a, gl \text{ error})$  = Valor tabular con grados de libertad correspondientes al número de muestras y grados de libertad en el ANOVA.

CM = Cuadrado medio o varianza del error en el ANOVA.

$n_i$  = Tamaño de muestra, para muestras de diferente tamaño.

### **3.3 SECUENCIACION DE ACTIVIDADES:**

En el desarrollo de este proceso de investigación, se observó la siguiente secuencia en sus pasos o actividades más significativas:

- Se efectuaron un total de 5 visitas de muestreo, correspondientes a los meses de Mayo – Setiembre de las 2013
- En las ocasiones referidas, se muestreo en las redes jaulas del piscicultor Alejandro Zegarra que están instaladas en un extremo de la población de Langui en dirección a la salida de Layo. De dichas redes jaulas y utilizando un calcal con mallas de media pulgada se obtuvieron al azar ejemplares de trucha arco iris en proceso de crianza comercial.
- Con los ejemplares así obtenidos, se procedió de inmediato a medirlos en el ictiómetro con precisión a 1 mm y luego pesarlos en una balanza digital de 5kr de fuerza con precisión a 1 gr.
- Luego de registrar tallas y pesos se procedió a abrir la cavidad abdominal para la evaluación correspondiente a la madurez sexual. Esta evaluación por observación directa incidió sobre tamaño de las gónadas, su vascularización y su coloración, tanto en machos como en hembras.
- Con los datos de pesos, tallas y madurez sexual, se procedió a formular los respectivos cuadros y tablas.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS E INTERPRETACIONES

#### **4.1. DE LA CALIDAD HÍDRICA:**

Tratándose de un ambiente acuático suficientemente conocido es sus diversas características, el análisis Físico-químico fue realizado únicamente en el mes de Agosto; sin embargo para la interpretación de la misma calidad hídrica y su influencia sobre el proceso productivo de truchas, se tomaron en cuenta análisis Fisicoquímicos realizados con anterioridad en el mismo lago, por diversos autores y/o diversas investigaciones.

**Cuadro 16: Parámetros físico-químicos**

<b>AUTOR</b>	<b>T <math>\bar{X}</math> °c</b>	<b>pH</b>	<b>mgO.D/L</b>	<b>DUREZA mgCaCo3/l</b>	<b>ALCALINIDAD mgCaCo3/l</b>
Loayza W,1974	11.5	8.4	6.6	248	102
Hurtado L,2011	12,25	8.0	5,75	267	—
Ávila- Olivera,2013	12.0	8.4	5.5	288	130
<b>Consa D,2013</b>	<b>12,2</b>	<b>7,9</b>	<b>5.6</b>	<b>265</b>	<b>108</b>

Los valores de los parámetros analizados concuerdan, con los realizados por W, Loayza (1973-1974) lo que permite admitir que la calidad hídrica, a lo largo de varios decenios se presenta estable.

Los registros de temperatura para un mismo mes (Agosto) a lo largo de 4 décadas difieren en un rango de 0,75°C, situación que demuestra una estabilidad termal en el cuerpo de agua; sin embargo el valor más alto corresponde al año 2011, cuando entonces ya se advierte el problema del calentamiento global.

#### 4.2 DE LOS REGISTROS DE TALLAS, PESOS, MADUREZ SEXUAL Y FACTOR DE CONDICIÓN.

La madurez sexual evaluada mensualmente a partir de mayo, muestra una evolución que progresivamente alcanza el grado inicial (I) en el mes de mayo y avanza paulatinamente hasta llegar al grado 6 (desove) que ocurre en agosto que luego se confirma con la condición de desovado que se observa en el mes de setiembre.

**Cuadro 17: Registro de Tallas, Pesos, Grados de Madurez, Descripción de los Grados y factor de condición (Mayo)**

n°	Talla (cm)	Peso (g)	GM	DG	K	Sexo
1	25.8	203.0	I	S	1.18	♂
2	31.9	539.0	III	S	1.66	♀
3	32.2	440.0	III	S	1.32	♂
4	31.0	451.0	IV	A	1.51	♀
5	30.2	392.0	III	A	1.42	♀
6	31.0	472.0	III	A	1.58	♂
7	30.9	433.0	III	S	1.47	♂
8	33.3	480.0	III	A	1.30	♀
<b>Promedio</b>	<b>30.8</b>	<b>426.3</b>			<b>1.43</b>	

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

El factor de condición en esta muestra evidencia que los ejemplares sin llegar a un óptimo de bienestar ni un óptimo de configuración fenotípica, sin embargo se encuentran con una vitalidad y una configuración que pueden admitirse como buenas, no obstante que los caracteres de peso y talla, especialmente el primero corresponda a una temporada donde la ingesta de nutrientes disminuye como consecuencia de las bajas temperaturas.

El grado de madurez durante este mes se encontró en mayor proporción en la etapa III, es decir órganos sexuales en desarrollo, testículos y ovarios opacos, rojizos, con capilares sanguíneos.

**Cuadro 18: Registro de tallas, pesos, GM, DG y K (Junio)**

n°	Talla (cm)	Peso (g)	GM	DG	K	Sexo
1	33.8	484.0	III	S	1,25	♀
2	30.5	357.0	III	S	1,25	♂
3	34.9	534.0	III	A	1,25	♂
4	33.0	444.0	IV	S	1,23	♂
5	33.2	469.0	III	S	1,28	♀
6	35.2	541.0	IV	S	1,24	♀
<b>Promedio</b>	<b>33.4</b>	<b>471.5</b>			<b>1,25</b>	

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

De acuerdo al factor de condición (K) promedio de 1,25. Esta declinación del factor de condición, comparado con el mes anterior, evidencia la influencia de la temperatura en un mes ya invernal, generando así menores niveles de apetito y consiguientemente menor incremento particularmente en peso.

En cuanto al grado de madurez, los órganos sexuales se encontraron en la etapa III y IV, es decir en desarrollo.

**Cuadro 19: Registro de tallas, pesos, GM, DG y K (Julio)**

n°	Talla (cm)	Peso (g)	GM	DG	K	Sexo
1	33.1	472	III	S	1,30	♀
2	36.3	588	IV	S	1,23	♀
3	31.0	453	IV	S	1,52	♂
4	35.2	680	V	A	1,56	♂
5	32.9	428	IV	S	1,20	♀
6	30.2	345	IV	S	1,25	♀
7	30.0	365	IV	A	1,35	♂
8	29.2	302	III	S	1,21	♂
9	33.1	484	III	S	1,35	♂
10	33.5	480	IV	S	1,28	♀
<b>Promedio</b>	<b>32.5</b>	<b>459.7</b>			<b>1,323</b>	

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

Los peces colectados durante este mes, muestran un desarrollo corporal, comercialmente aceptable.

El grado de madurez en los peces colectados durante este mes se encontró en las etapas III IV y V, es decir los órganos sexuales en desarrollo a completamente desarrollados con huevos completamente redondeados algunos translúcidos y maduros

**Cuadro 20 : Registro de tallas, pesos, GM, DG Y K (Agosto)**

n°	Talla (cm)	Peso (g)	GM	DG	K	Sexo
1	40.0	1008	IV	S	1,58	♀
2	39.8	997	V	S	1,58	♀
3	39.1	791	V	S	1,32	♂
4	34.8	650	IV	S	1,54	♂
5	36.0	596	IV	S	1,28	♀
6	38.3	766	V	A	1,36	♀
7	34.6	515	V	S	1,62	♂
8	39.7	1092	VI	S	1,24	♀
9	40.1	1105	VI	S	1,71	♂
10	38.9	822	VI	S	1,40	♂
<b>Promedio</b>	<b>38.1</b>	<b>834.2</b>			<b>1,464</b>	

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

De acuerdo al factor de condición (K), los peces presentan buena calidad y bienestar en cuanto a peso y tamaño, con un promedio de 1,464 estas condiciones indican ejemplares de buen desarrollo y bien proporcionado y se acercan a 2, que indica una óptima calidad de bienestar corporal.

En cuanto al grado de madurez, los individuos se encontraron en las etapas IV V y VI, En etapas de Desarrollo hasta Desove; en el desarrollo gonadal predominó un desarrollo sincrónico.

**Cuadro 21: Registro de tallas, pesos, GM, DG Y K (Setiembre)**

n°	Talla (cm)	Peso (g)	GM	DG	K	Sexo
1	43.1	1203	VIII	S	1.50	♀
2	39	917	VII	S	1.55	♀
3	34.5	641	VII	S	1.56	♂
4	36	681	VII	S	1.46	♂
<b>Promedio</b>	<b>38.15</b>	<b>860.5</b>			<b>1,52</b>	

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

El factor de condición (k) promedio es de 1,52, indicando que los ejemplares colectados durante este mes, presentan un buen desarrollo y bien proporcionado fenotípicamente aceptable.

En cuanto al grado de madurez un individuo estaba en la etapa de Descanso los testículos y el ovario vacíos y rojo. Los demás individuos estaban en la etapa Desovado, todos presentaron Desarrollo sincrónico, es decir no difieren en cuanto al peso y tamaño.

**Cuadro 22 Resumen del Promedio mensual del factor de condición**

<b>Mes</b>	<b>Promedio</b>
Mayo	1.43
Junio	1.25
Julio	1.32
Agosto	1.46
Septiembre	1.52

El mejor estado de bienestar a través de 5 evaluaciones de mayo a setiembre, corresponde al último mes señalado, cuando los peces después del desgaste energético que significa el desove empiezan a reponerse, a cuyo efecto coadyuva las mejores temperaturas de setiembre que a su vez son determinantes de mejor apetito y mejor metabolismo.

#### **4.3 DE LA EVALUACIÓN DE LA MADUREZ SEXUAL:**

- El proceso gametogénico, tanto en machos como en hembras, se inicia entre abril y mayo y concluye en setiembre.
- La maduración ocurre con la misma intensidad, tanto en machos como en hembras, en ambos casos independientemente de la longitud total, siendo lo mínimo de esta medida 25 cm que marca el inicio del proceso gametogénico.

- Ocurrido el desove hasta el mes de setiembre, en el mes inmediatamente siguiente (octubre) es posible advertir las gónadas en completo estado de flacidez que correspondería a la condición de “en reposo”
- Iniciado el proceso gametogénico entre abril y mayo, es interesante observar que en junio la madurez gonadal ocurre puntualmente entre los grados 3 y 4 de acuerdo a la escala para desovantes totales
- En la proporción de sexos, esta se manifiesta paritariamente 1: 1
- Los caracteres de peso y talla se muestran más dispersos o heterogéneos en las hembras.

#### 4.4 DEL ÍNDICE GONADOSOMÁTICO:

Para el caso de machos el IGS con madurez a punto de desove alcanza el valor entre 3.43 y 3.92 determinado a partir de los siguientes datos.

**Cuadro 23: IGS en machos**

EJEMPLAR	PESO CORPORAL	PESO GONADA	IGS	GM
1	822	32	3.89	VI
2	1105	38	3.43	VI
3	791	31	3,92	VI

Fuente: Datos registrados en el proceso de investigación (2014)

El IGS como indicador del estado de madurez sexual de los reproductores, determinado en el momento de plena madurez(a punto de desove), en el caso de hembras ocurre cuando su valor alcanza 4.69% - 4.7%, valores determinados a partir de los datos que aparecen en el siguiente cuadro.

**Cuadro 24: IGS en hembras**

EJEMPLAR	PESO CORPORAL	PESO GONADA	IGS	GM
1	766	35.96	4.7	V
2	1092	51.26	4.69	VI
3	1008	47.31	4.69	VI

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

Analizados en conjunto los valores del IGS en hembras y machos, los mayores valores corresponden a las hembras, lo que indica que en ellas sus ovarios con su contenido de óvulos alcanzan mayores pesos que los testículos con su contenido de semen, esto confirma lo que por teoría se conoce de que los ovarios registran siempre pesos superiores al de los testículos, encontrándose ambos en igual o similar grado de madurez.

#### 4.5 DE LA DISPERSIÓN DE LAS VARIABLES DE PESO Y TALLA

Los valores determinados para los diferentes estadísticos corresponden a una muestra tomada al azar y sin distinción de sexos. Téngase en cuenta que los ejemplares provienen de una misma red jaula.

- **Coefficiente de variabilidad (C.V) para peso y talla**

$$C.V. = \frac{S_x}{\bar{X}} 100 = \dots \%$$

**Cuadro N° 25: C.V para Talla**

<b>MES</b>	<b>N</b>	<b>X : cm</b>	<b>Sx: cm</b>	<b>C.V : %</b>
Mayo	8	30.78	2.23	7.24
Junio	6	33.43	1.68	5.03
Julio	10	32.45	2.31	7.12
Agosto	10	38.13	2.16	5.66
Setiembre	4	38.15	3.79	9.93
<b>PROMEDIO</b>	<b>7.2</b>	<b>34.59</b>	<b>2.43</b>	<b>7.00</b>

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico

De este conjunto de 38 ejemplares, evaluados en 5 muestras (una por mes) se advierte que la talla se muestra como un carácter poco variable, no obstante que las evaluaciones son mensuales y cada muestra consta de ejemplares diferentes. El promedio al igual que la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad evidencian que la población estabulada tiende a la homogeneidad, situación que a su vez indica que la población evaluada consta de ejemplares de igual o similar edad.

**Cuadro 26: C.V. para Peso**

<b>MES</b>	<b>n</b>	<b>X : cm</b>	<b>Sx: cm</b>	<b>C.V : %</b>
Mayo	8	426.25	99.68	23.39
Junio	6	471.5	64.47	13.67
Julio	10	459.5	112.64	24.51
Agosto	10	834.2	209.69	25.14
Setiembre	4	860.5	258.77	30.07
<b>PROMEDIO</b>	<b>7.2</b>	<b>610.39</b>	<b>149.05</b>	<b>23.36</b>

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

El coeficiente de variabilidad, en promedio, nos muestra un conjunto de 38 ejemplares con el carácter peso muy variable o disperso y siendo así la desviación típica o estándar muestra un rango amplio de las desviaciones con relación al promedio lo que en definitiva configura la existencia de un carácter bastante heterogéneo y obviamente bastante disperso se le compara con el carácter talla.

#### **4.6 DE LA EVALUACIÓN POR ASOCIACIÓN DE VARIABLES**

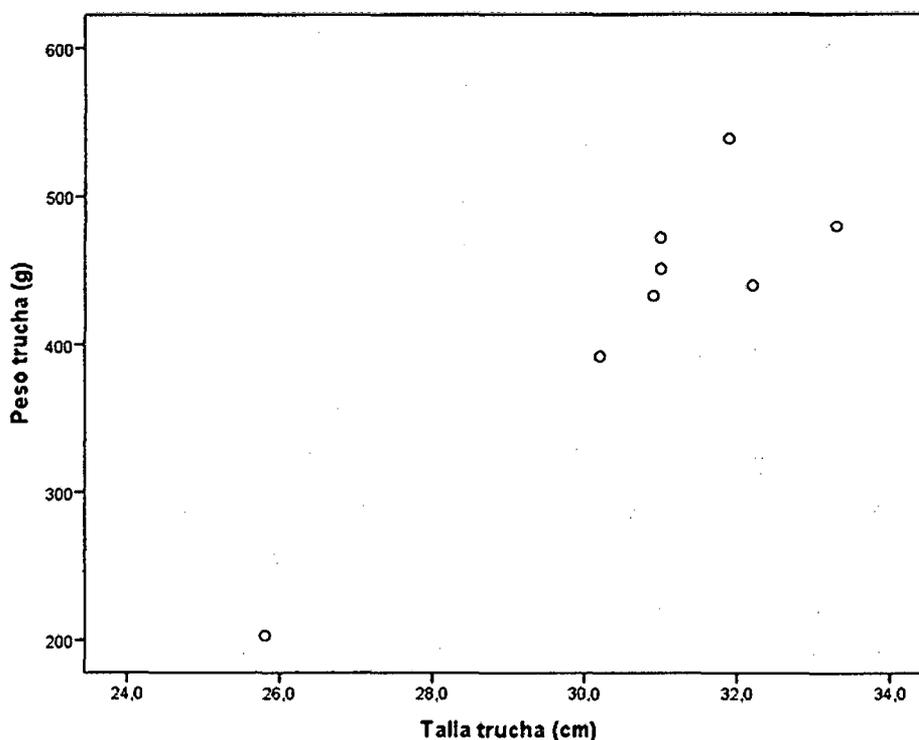
**Cuadro 27: De la correlación, talla-peso para el mes de Mayo (n=8)**

<b>Modelo</b>	<b>R</b>	<b>R cuadrado</b>
1	,918 <sup>a</sup>	,842

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico.

Como el valor de  $r = 0,918$ , siendo muy próximo a 1, indica que existe una correlación positiva muy alta.

## DIAGRAMA 01 : dispersion talla vs peso (Mayo)



El diagrama confirma que existe un correlación positiva muy alta entre la talla y el peso

- **Coefficiente de determinación (CD)**

$$CD = 0,842 \times 100 = 84,2\%$$

Esto indica que la talla fue un factor determinante en un 84,2% para el incremento de peso en la trucha y la diferencia 15,8% es debido a factores exógenos.

- **Índice o coeficiente de regresión**

Se evaluó a través de la regresión lineal.

$$\hat{Y} = a + bX$$

Considerando la talla en cm y el peso en gramos, se tiene:

$\hat{Y} = -835.690 + 40.99X$ ; entendemos entonces que el peso (variable dependiente) se incrementa en 40.99 gramos por cada centímetro de talla.

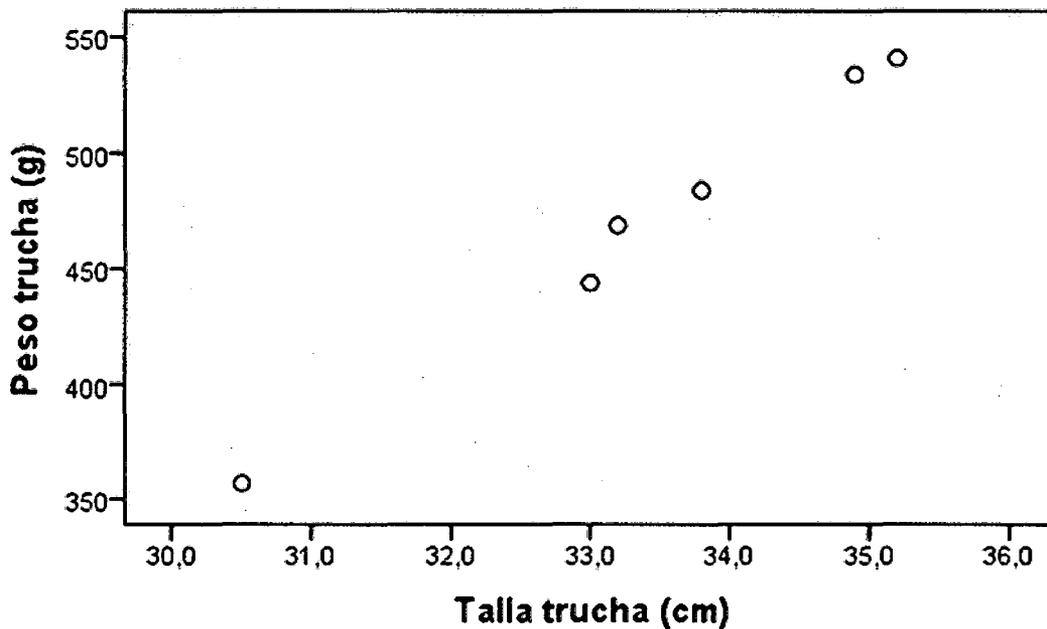
**Cuadro 28: De la correlación para el mes de junio (n=6)**

Modelo	R	R cuadrado
1	,996 <sup>a</sup>	,992

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico

Como el valor de  $r = 0,996$ , siendo muy próximo a 1, indica que existe una correlación positiva muy alta, o sea que el peso y talla están asociados en un nivel muy alto.

**DIAGRAMA 02 : dispersion talla vs peso (Junio)**



De acuerdo a este diagrama, la nube de puntos corresponde a una correlación positiva muy alta o casi perfecta.

- **Coefficiente de determinación (CD)**

$$CD = 0,992 \times 100 = 99,2\%$$

Esto indica que la talla fue un factor determinante en un 99,2% para el incremento de peso en la trucha y la diferencia 0,8% es debido a factores exógenos.

- **Índice o coeficiente de regresión**

$$\bar{Y} = a + b \cdot X = -859,422 + (39.81X)$$

Dónde: a: -859,422

b: 39. 81

b, nos indica, el peso en gramos que aumenta por cada centímetro de talla

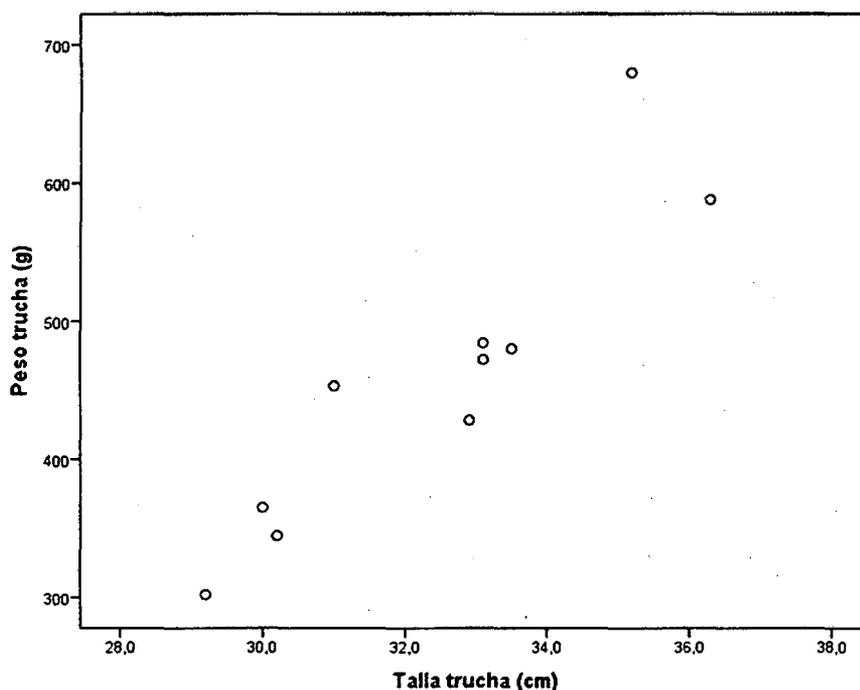
**Cuadro 29: De la correlación para el mes de julio (n=10)**

Modelo	R	R cuadrado
1	,913 <sup>a</sup>	,833

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico

Como el valor de  $r = 0,913$ , siendo muy próximo a 1, indica que existe una correlación positiva muy alta

**DIAGRAMA 03 : dispersion talla vs peso (Julio)**



En este diagrama se observa una correlación positiva muy alta.

- **Coefficiente de determinación (CD)**

$$CD = 0,833 \times 100 = 83,3\%$$

Esto indica que la talla fue un factor determinante en un 83,3% para el incremento de peso en la trucha y la diferencia 16,7% es debido a factores exógena.

- **Índice o coeficiente de regresión**

$$\hat{Y} = a + b \cdot X = -981,1 + (44.40X)$$

Dónde: a: -981,1

b: 44.40

b nos indica, el peso en gramos que aumenta por cada centímetro de talla

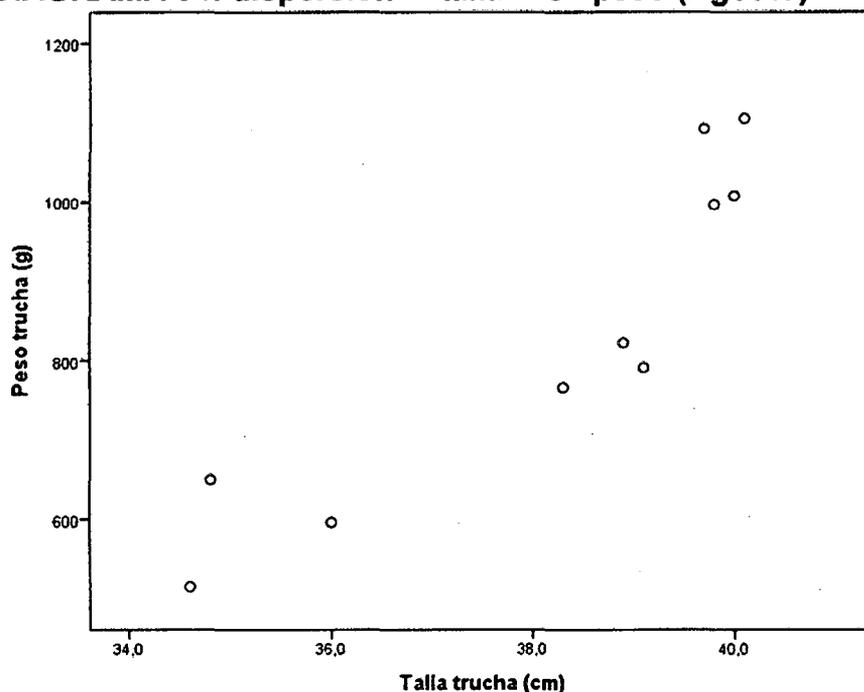
**Cuadro 30: De la correlación para el mes de Agosto (n=10)**

Modelo	R	R cuadrado
1	,909 <sup>a</sup>	,827

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico

Como el valor de  $r = 0,909$ , siendo muy próximo a 1, indica que existe una correlación positiva muy alta

**DIAGRAMA 04: dispersión talla vs peso (Agosto)**



Los puntos de dispersión se encuentran cercanos a la recta, indicando que existe una correlación positiva muy alta

- **Coefficiente de determinación (CD)**

$$CD = 0,827 \times 100 = 82,7\%$$

Esto indica que la talla fue un factor determinante en un 82,7% para el incremento de peso en la trucha y la diferencia 17,3% es debido a factores exógena.

- **Índice o coeficiente de regresión**

$$\hat{Y} = a + b \cdot X = -2520,349 + (87.98X)$$

Dónde: a: -2520,349

b: 87.98

b nos indica, el peso en gramos que aumenta por cada centímetro de talla

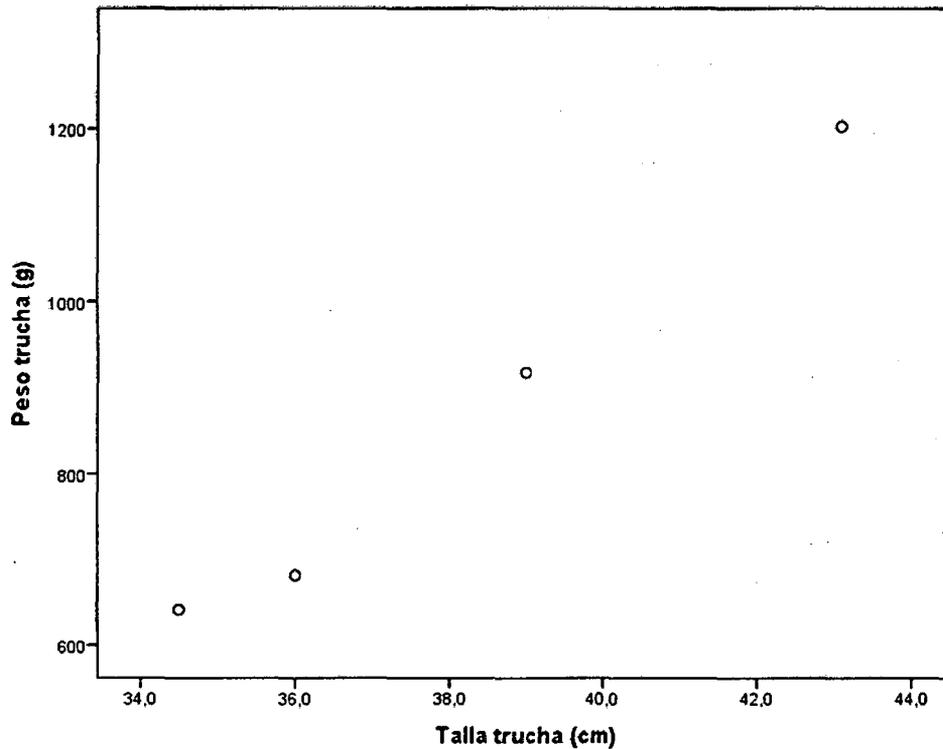
**Cuadro 31: De la correlación para el mes de Setiembre (n=4)**

Modelo	R	R cuadrado
1	,995 <sup>a</sup>	,990

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico

Como el valor de  $r = 0,995$ , siendo muy próximo a 1, indica que existe una correlación positiva muy alta, vale decir que entre longitud y peso existe una asociación muy elevada.

**DIAGRAMA 05 : dispersión talla vs peso (Setiembre)**



Todos los puntos de dispersión se encuentran formando una línea indicando una correlación positiva muy alta o casi perfecta ( $r = ,995$ )

- **Coefficiente de determinación (CD)**

$$CD = 0,990 \times 100 = 99\%$$

Esto indica que la talla fue un factor determinante en un 99 % para el incremento de peso en la trucha y la diferencia 1 % es debido a factores exógenos.

- **Índice o coeficiente de regresión**

$$\bar{Y} = a + b \cdot X = -1729.2 + (67.9X)$$

Dónde: a: -1729.2

b: 67.9

b nos indica, el peso en gramos que aumenta por cada centímetro de talla

**Cuadro 32: Resumen del índice de regresión y coeficiente de determinación.**

Meses	a	b	Ecuación	r	r <sup>2</sup>	C.D %
Mayo	-385.69	40.99	$\hat{Y} = 385.69 + 40.99X$	0.918	0.842	84.2
Junio	-589.422	39.81	$\hat{Y} = 859.422 + 39.81X$	0.996	0.992	99.2
Julio	-981.1	44.4	$\hat{Y} = -981.1 + 44.4X$	0.913	0.833	88.3
Agosto	-2520	87.98	$\hat{Y} = -2520 + 87.98X$	0.909	0.827	82.7
Septiembre	-1729.2	67.9	$\hat{Y} = -1729.2 + 67.9X$	0.995	0.990	99.0

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico

De acuerdo al valor de "b" se advierte que el mayor incremento de peso por unidad de talla corresponde al mes de agosto, cuando la temperatura del agua tiende a incrementarse o la conclusión de periodo más frío que ocurre a lo largo de julio, ese incremento del peso se entiende mejor que con el incremento de la temperatura en el agua también se incrementa los niveles de apetito y el metabolismo en general se hace más eficiente; todo esto en conjunto se refleja en un mayor incremento del peso en función de la talla.

#### 4.6.1 Tratamiento estadístico para machos y hembras

**Cuadro 33: pesos y tallas de machos y hembras**

MES	MACHOS				HEMBRAS			
	MUESTRA	TALLA: cm	PESO : g	K	MUESTRA	TALLA: cm	PESO : g	K
Mayo	1	25.8	203	1.18	1	31.9	539	1.66
	2	32.2	440	1.32	2	31	451	1.51
	3	31	472	1.58	3	30.2	392	1.42
	4	30.9	433	1.47	4	33.3	480	1.3
Junio	5	30.5	357	1.26	5	33.8	484	1.25
	6	34.9	534	1.26	6	33.2	469	1.28
	7	33	444	1.24	7	35.2	541	1.24
Julio	8	31	453	1.52	8	33.1	472	1.3
	9	35.2	680	1.56	9	36.3	588	1.23
	10	30	365	1.35	10	32.9	428	1.2
	11	29.2	302	1.21	11	30.2	345	1.25
	12	33.1	484	1.34	12	33.5	480	1.28
Agosto	13	39.1	791	1.32	13	40	1008	1.58
	14	34.8	650	1.54	14	39.8	997	1.58
	15	34.6	515	1.62	15	36	596	1.28
	16	40.1	1105	1.71	16	38.3	766	1.36
	17	38.9	822	1.4	17	39.7	1092	1.24
Setie	18	34.5	641	1.56	18	43.1	1203	1.5
	19	36	681	1.46	19	39	917	1.55
	<b>PROMEDIO</b>	<b>33.41</b>	<b>545.89</b>	<b>1.42</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>35.22</b>	<b>611.66</b>	<b>1.37</b>

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

Evaluada la muestra, paritaria en sexos (19 machos y 19 hembras), se advierte que la talla promedio si bien ligeramente mejora en las hembras, en cambio no dista notoriamente del promedio en machos, lo que en definitiva indica que la muestra total estudiada ha estado constituida por ejemplares de similar talla. Con relación al peso, las hembras, evidencian un peso promedio considerablemente mayor que al de los machos.

En cuanto al factor de condición (k), se puede advertir que el grado de bienestar en ambos sexos ha alcanzado similar nivel, en ambos casos les corresponde un buen estado de vitalidad, obviamente sin llegar a lo muy bueno o excelente que sería de desear.

- **Coefficiente de variabilidad (C.V) para peso y talla**

$$C.V. = \frac{S_x}{\bar{X}} 100 = \dots \%$$

**Cuadro 34: Coeficiente de variabilidad para machos**

	$\bar{X}$	Sx	C.V (%)	Características
Talla (cm.)	33.4	3.65	10.93	Muy variable
Peso (g)	545.9	211.3	38.7	Muy variable

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

El cuadro indica que la talla si bien se encuentra en el rango de carácter variable, sin embargo es mucho menos que el peso que resulta ser mucho más variable o heterogéneo.

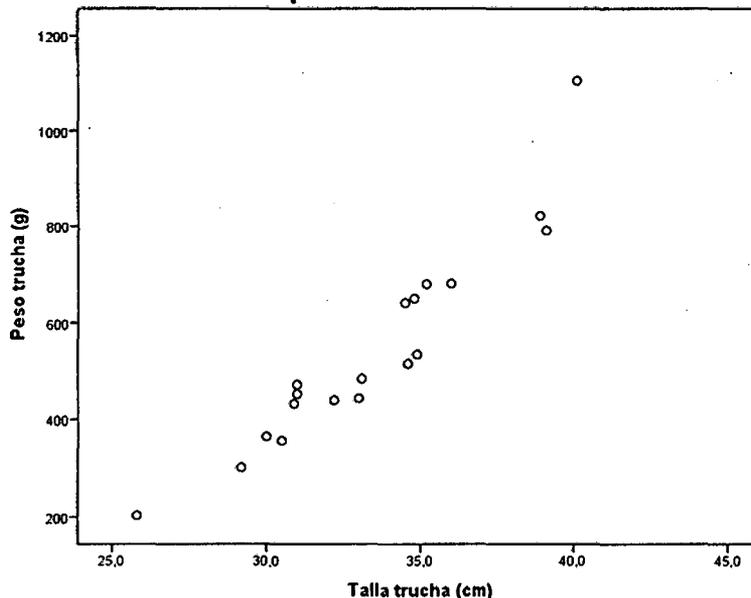
**Cuadro 35: De la correlación para machos.**

Modelo	R	R cuadrado
1	,945 <sup>a</sup>	,894

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico

Como el valor de  $r = 0,945$  siendo muy próximo a 1, indica que existe una correlación positiva muy alta

**DIAGRAMA 06 : dispersión machos**



Las truchas de acuerdo al género (macho) tuvieron una distribución cercana a 1, (0,945), existiendo una correlación positiva muy alta.

- **Coefficiente de determinación (CD)**

$$CD = 0,894 \times 100 = 89,4\%$$

Esto indica que la talla fue un factor determinante en un 90,1 % para el incremento de peso en la trucha y la diferencia 9,9% es debido a factores exógena.

**Cuadro 36: Relación longitud-peso en machos**

Modelo	Coeficientes no estandarizados	
	B	Error estándar
1 (Constante)	-1284,625	153,996
Talla trucha (cm)	54,789	4,583

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico

- **Índice o coeficiente de regresión**

$$\hat{Y} = a + b \cdot X = -1284.6 + (54.8X)$$

Dónde: a: -1284.6

b: 54.8

b nos indica, el peso en gramos que aumenta por cada centímetro de talla

**Cuadro 37: Coeficiente de variabilidad para hembras**

	$\bar{X}$	Sx	C.V (%)	Características
Talla (cm.)	35.3	3.75	10.6	Muy variable
Peso (g)	644.6	264.9	41	Muy variable

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

La talla y el peso a igual que en los machos tuvieron un carácter muy variable o muy heterogéneo, es decir ambos caracteres se mostraron dispersos, pero lo fue mucho más el peso.

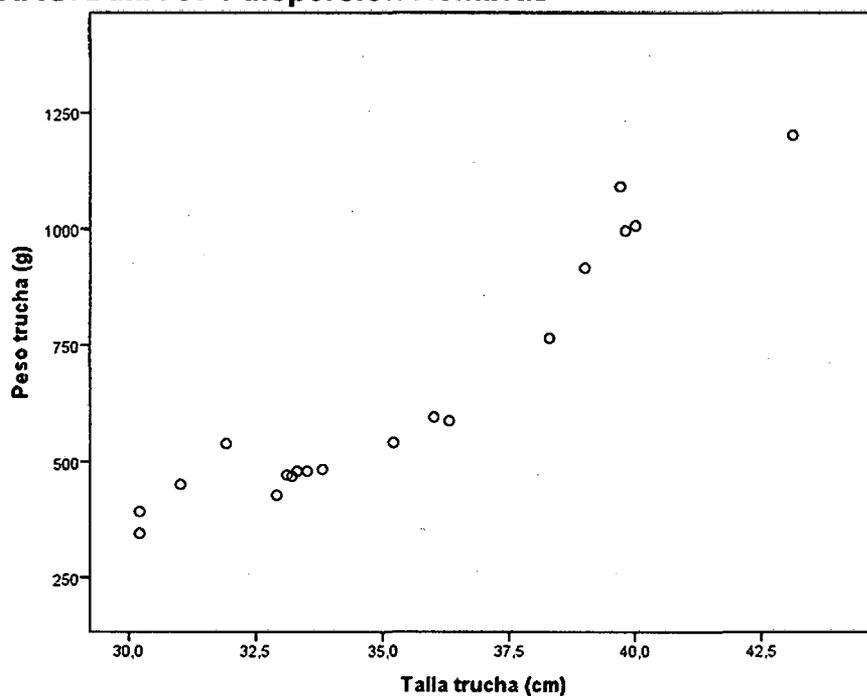
**Cuadro 38: De la correlación para hembras.**

Modelo	R	R cuadrado
1	,953 <sup>a</sup>	,909

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico

Como el valor de  $r = 0,953$ , siendo muy próximo a 1, indica que existe una correlación positiva muy alta

**DIAGRAMA 07 : dispersión Hembras**



En el gráfico de puntos de dispersión demuestra la existencia de una correlación positiva muy alta.

- **Coefficiente de determinación (CD)**

$$CD = 0,909 \times 100 = 90,9\%$$

Esto indica que la talla fue un factor determinante en un 90,9 % para el incremento de peso en la trucha y la diferencia 0,1% es debido a factores exógenos.

**Cuadro 39: Relación longitud-peso en hembras**

Modelo	Coeficientes no estandarizados	
	B	Error estándar
1 (Constante)	-1731,071	183,522
Talla trucha (cm)	67,320	5,173

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico

- **Índice o coeficiente de regresión**

$$\bar{Y} = a + b \cdot X = -1731.1 + (67.3X)$$

Dónde: a: -1731.1

b: 67.3

b nos indica, el peso en gramos que aumenta por cada centímetro de talla

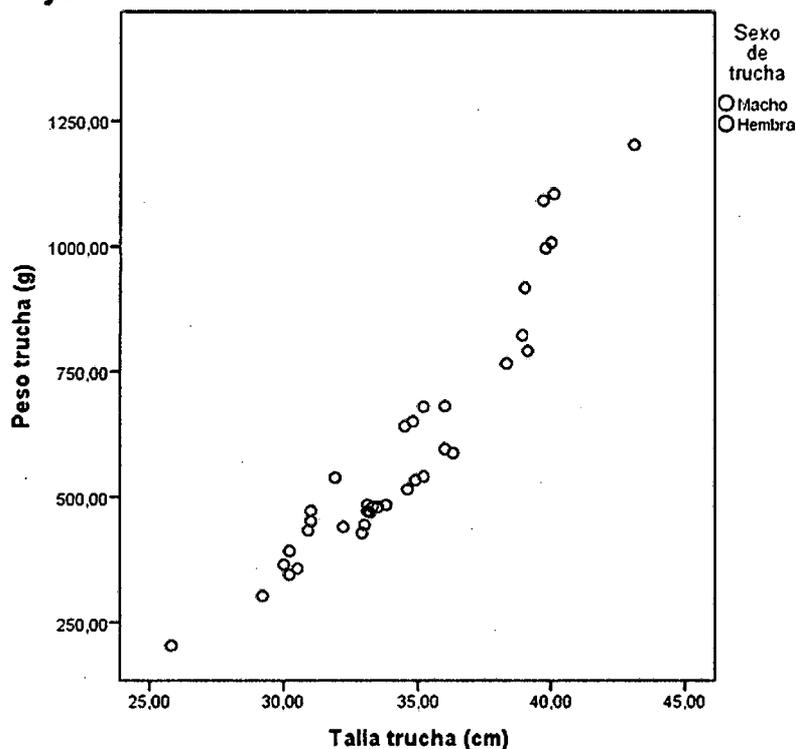
**Cuadro 40: De la Correlación machos vs hembras**

Modelo	R	R cuadrado
1	,947 <sup>a</sup>	,897

Fuente: Datos obtenidos con Paquete Estadístico.

Como el valor de  $r = 0,947$ , siendo muy próximo a 1, indica que existe una correlación positiva muy alta

**DIAGRAMA 08 : dispersión Talla vs Peso de machos y hembras en conjunto.**



El grafico muestra una correlación positiva alta.

- **Coefficiente de determinación (CD)**

$$CD = 0,897 \times 100 = 89,7\%$$

Esto indica que la talla fue un factor determinante en un 89.7 % para el incremento de peso en la trucha y la diferencia 10.3% es debido a factores exógenos.

**Cuadro N° 41 : Relación longitud-peso, machos vs hembras**

Modelo		Coeficientes no estandarizados	
		B	Error estándar
1	(Constante)	-1489,057	118,387
	Talla trucha (cm)	60,679	3,426

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

- **Índice o coeficiente de regresión**

$$\hat{Y} = a + b \cdot X = -1489 + 60.7X$$

Dónde: a: -1489

b: 60.7

b nos indica, el peso en gramos que aumenta por cada centímetro de talla

#### 4.7 DE LA DIFERENCIA DE PROMEDIOS DE PESO Y TALLA

**Cuadro 42: Estadísticos descriptivos para talla en machos**

Muestra	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
Mayo	29,975	2,8453	32,2	25,8
Junio	32,800	2,2068	34,9	30,5
Julio	31,700	2,4413	35,2	29,2
Agosto	37,500	2,5971	40,1	34,6
Setiembre	35,250	1,0607	36,0	34,5
Total	33,411	3,6463	40,1	25,8

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

El mayor promedio corresponde al mes de Agosto y el menor al mes de Mayo; sin embargo esta medística no tiene mayor significación toda vez que la población estabulada no fue motivo de selección por tamaños.

**Cuadro 43: ANOVA para Talla en Machos**

Causas	GL	SC	CM	F	Tablas	
					F 0.05	F 0.01
Muestra	4	153.3	38.3	6.28	3.11	5.04
Error	14	85.6	6.1			

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

Ho: No existe diferencia entre los promedios de tallas en machos en los diferentes meses

Ha: La diferencia entre los promedios de las tallas en machos en los diferentes meses, es altamente significativa

$F = 6.28 > F_{0.01}(4,14) = 5.04$ ; entonces se acepta la hipótesis alterna.

La diferencia entre los promedios de las tallas en machos en los diferentes meses, es altamente significativa, pues por lo menos dos promedios son estadísticamente diferentes.

**Prueba de Tukey:**

$$W = q_{\alpha}(a,gl \text{ error}) \sqrt{\frac{CMerror}{2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

$$D1 : 37.5 - 35.3 = 2.2 < W_{0.05} = 6.4$$

$$D2 : 37.5 - 32.8 = 4.7 < W_{0.05} = 5.6$$

$$D3 : 37.5 - 31.7 = 5.8 > W_{0.05} = 4.7^*$$

$$D3 : 37.5 - 31.7 = 5.8 < W_{0.01} = 6.2$$

$$D4 : 37.5 - 29.2 = 8.3 > W_{0.05} = 5.2^*$$

$$D4 : 37.5 - 29.2 = 8.3 > W_{0.01} = 6.6^*$$

$$D5 : 35.3 - 32.8 = 2.5 < W_{0.05} = 7.8$$

$$D6 : 35.3 - 31.7 = 3.6 < W_{0.05} = 6.3$$

$$D7 : 35.3 - 29.2 = 6.1 > W_{0.05} = 5.6^*$$

$$D7 : 35.3 - 29.2 = 6.1 < W_{0.01} = 7.2$$

$$D8 : 32.8 - 31.7 = 1.1 < W_{0.05} = 5.6$$

$$D9 : 32.8 - 29.2 = 3.6 < W_{0.05} = 5.9$$

$$D10 : 31.7 - 29.2 = 2.5 < W_{0.05} = 5.2$$

Mediante la prueba de Tukey se determinó que la diferencia altamente significativa ocurre entre los meses de Mayo y Agosto; diferencia significativa entre Julio y Agosto; Mayo y Setiembre. No existe diferencia significativa entre los otros meses.

**Cuadro 44 : Estadísticos descriptivos para peso en machos**

Muestra	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
Mayo	387,00	123,836	472	203
Junio	445,00	88,504	534	357
Julio	456,80	144,016	680	302
Agosto	776,60	220,555	1105	515
Setiembre	661,00	28,284	681	641
Total	545,89	211,326	1105	203

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

Es de destacar la alta dispersión del carácter peso, a través de su desviación estándar. En todo caso esta alta dispersión explica en alguna medida que los reproductores en proceso de recuperación después del desove materializan su incremento en peso de manera heterogénea.

**Cuadro 45: ANOVA para Peso en Machos**

Causas	GL	SC	CM	F	Tablas	
					F 0.05	F 0.01
Muestra	4	463841.8	115960.4	4.775	3.11	5.04
Error	14	340012	24286.6			

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

Ho: No existe diferencia entre los promedios de pesos en machos en los diferentes meses

Ha: La diferencia entre los promedios de los pesos en machos en los diferentes meses, es significativa

$F = 4.775 > F_{0.05}(4,14) = 3.11$ ; entonces se acepta la hipótesis alterna

La diferencia entre los promedios de pesos en machos en los diferentes meses, es significativa, pues por lo menos dos promedios son estadísticamente diferentes.

### Prueba de Tukey:

$$W = q_{\alpha}(a, gl \text{ error}) \sqrt{\frac{CMerror}{2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

$$D1 : 776.6 - 661 = 115.6 < W_{0.05} = 406.6$$

$$D2 : 776.6 - 456.8 = 319.8 > W_{0.05} = 307.4^*$$

$$D2 : 776.6 - 456.8 = 319.8 < W_{0.01} = 393$$

$$D3 : 776.6 - 445 = 331.6 < W_{0.05} = 355$$

$$D4 : 776.6 - 387 = 389.6 > W_{0.05} = 326^*$$

$$D4 : 776.6 - 387 = 389.6 < W_{0.01} = 416$$

$$D5 : 661 - 456.8 = 204.2 < W_{0.05} = 407$$

$$D6 : 661 - 445 = 216 < W_{0.05} = 444$$

$$D7 : 661 - 387 = 274 < W_{0.05} = 421$$

$$D8 : 456.8 - 445 = 11.8 < W_{0.05} = 354$$

$$D9 : 456.8 - 387 = 70 < W_{0.05} = 326$$

$$D10 : 445 - 387 = 58 < W_{0.05} = 371$$

Mediante la prueba de Tukey; existe diferencia significativa entre los promedios de los meses de Julio y Agosto, igualmente entre los meses de Mayo y Agosto.

**Cuadro 46: Estadísticos descriptivos para talla en hembras**

Muestra	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
Mayo	31,600	1,3292	33,3	30,2
Junio	34,067	1,0263	35,2	33,2
Julio	33,200	2,1679	36,3	30,2
Agosto	38,760	1,6832	40,0	36,0
Setiembre	41,050	2,8991	43,1	39,0
Total	35,289	3,7513	43,1	30,2

Fuente: Datos obtenidos con paquete estadístico

El mejor promedio que corresponde a Setiembre, indica que las hembras reponiéndose del desove incrementan su talla más aceleradamente debido a que en su momento toda la energía está destinada al crecimiento y casi ninguna al proceso de maduración. Esto ocurre tanto en hembras como en machos.

**Cuadro 47: ANOVA para Talla en Hembras**

Causas	GL	SC	CM	F	Tablas	
					F 0.05	F 0.01
Muestra	4	207.4	51.8	15.78	3.11	5.04
Error	14	45.9	3.3			

Ho: No existe diferencia entre los promedios de tallas en hembras en los diferentes meses

Ha: La diferencia entre los promedios de las tallas en hembras en los diferentes meses, es altamente significativa

$F = 15.78 > F_{0.01}(4,14) = 5.04$ ; entonces se acepta la hipótesis alterna

La diferencia entre los promedios de tallas en hembras es altamente significativa, por lo menos dos promedios son estadísticamente diferentes.

### Prueba de Tukey:

$$W = q_{\alpha}(a, gl \text{ error}) \sqrt{\frac{CMerror}{2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

$$D1 : 41.05 - 38.76 = 2.3 < W_{0.05} = 4.7$$

$$D2 : 41.05 - 34.07 = 7 > W_{0.05} = 5.2^*$$

$$D2 : 41.05 - 34.07 = 7 > W_{0.01} = 6.6^*$$

$$D3 : 41.05 - 33.2 = 7.9 > W_{0.05} = 4.7^*$$

$$D3 : 41.05 - 33.2 = 7.9 > W_{0.01} = 6^*$$

$$D4 : 41.05 - 31.6 = 9.5 > W_{0.05} = 4.9^*$$

$$D4 : 41.05 - 31.6 = 9.5 > W_{0.01} = 6.2^*$$

$$D5 : 38.76 - 34.07 = 4.7 > W_{0.05} = 4.1^*$$

$$D5 : 38.76 - 34.07 = 4.7 < W_{0.01} = 5.3$$

$$D6 : 38.76 - 33.2 = 5.6 > W_{0.05} = 3.6^*$$

$$D6 : 38.76 - 33.2 = 5.6 > W_{0.01} = 4.6^*$$

$$D7 : 38.76 - 31.6 = 7.2 > W_{0.05} = 3.8^*$$

$$D7 : 38.76 - 31.6 = 7.2 > W_{0.01} = 4.8^*$$

$$D8 : 34.07 - 33.2 = 0.9 < W_{0.05} = 4.1$$

$$D9 : 34.07 - 31.6 = 2.5 < W_{0.05} = 4.3$$

$$D10 : 33.2 - 31.6 = 1.6 < W_{0.05} = 3.8$$

Existen diferencias altamente significativas entre los promedios correspondientes a los pesos en los meses de Junio y Setiembre; Julio y

Setiembre; Mayo y Setiembre; Julio y Agosto. Diferencia significativa entre los meses de Junio y Agosto.

**Cuadro 48: Estadísticos descriptivos para peso en hembras**

Muestra	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
Mayo	465,50	61,169	539	392
Junio	498,00	37,987	541	469
Julio	462,60	88,237	588	345
Agosto	891,80	204,922	1092	596
Setiembre	1060,00	202,233	1203	917
Total	644,63	264,909	1203	345

Fuente: Datos obtenidos con Paquete estadístico

Setiembre mes inmediatamente posterior a la ocurrencia del desove se muestra más benigno para los incrementos en peso toda vez que la temperatura para dicho mes se habrá incrementado adecuadamente generando un mejor apetito, un metabolismo más eficiente y finalmente un incremento de peso más significativo

**Cuadro 49: ANOVA para Peso en Hembras**

Causas	GL	SC	CM	F	Tablas	
					F 0.05	F 0.01
Muestra	4	1009055. 4	252263. 9	13.9	3.11	5.04
Error	14	254125	18151.8			

Fuente: Datos obtenidos con Paquete estadístico

$F = 13.9 > F_{0.01}(4,14) = 5.04$ ; entonces se acepta la hipótesis alterna

La diferencia entre los promedios de pesos en hembras en los diferentes meses, es altamente significativa, pues por lo menos dos promedios son estadísticamente diferentes.

### Prueba de Tukey:

$$W = q_{\alpha}(a, gl \text{ error}) \sqrt{\frac{CMerror}{2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

$$D1 : 1060 - 891.8 = 168.2 > W_{0.05} = 112^*$$

$$D1 : 1060 - 891.8 = 168.2 > W_{0.01} = 143^*$$

$$D2 : 1060 - 498 = 562 > W_{0.05} = 122.5^*$$

$$D2 : 1060 - 498 = 562 > W_{0.01} = 156^*$$

$$D3 : 1060 - 465.5 = 594.5 > W_{0.05} = 116^*$$

$$D3 : 1060 - 465.5 = 594.5 > W_{0.01} = 148^*$$

$$D4 : 1060 - 462.6 = 597.4 > W_{0.05} = 112^*$$

$$D4 : 1060 - 462.6 = 597.4 > W_{0.01} = 143^*$$

$$D5 : 891.8 - 498 = 393.8 > W_{0.05} = 98^*$$

$$D5 : 891.8 - 498 = 393.8 > W_{0.01} = 125^*$$

$$D6 : 891.8 - 465.5 = 426.3 > W_{0.05} = 90^*$$

$$D6 : 891.8 - 465.5 = 426.3 > W_{0.01} = 115^*$$

$$D7 : 891.8 - 462.6 = 429.2 > W_{0.05} = 84.9^*$$

$$D7 : 891.8 - 462.6 = 429.2 > W_{0.01} = 108^*$$

$$D8 : 498 - 465.5 = 32.5 < W_{0.05} = 103$$

$$D9 : 498 - 462.6 = 35.4 < W_{0.05} = 98$$

$$D10 : 465.5 - 462.6 = 2.9 < W_{0.05} = 90$$

Existen diferencias altamente significativas en los promedios de pesos entre los meses de:

Mayo y Setiembre; Junio y Setiembre; Julio y Setiembre; Agosto y Setiembre; Mayo y Agosto; Junio y Agosto; Julio y Agosto.

## DISCUSIONES

En cuanto a la dispersión de los caracteres peso y talla, se tiene:

- La talla, tanto en machos como en hembras, se muestra con un carácter bastante variable (en ambos C.V. más del 10 %); sin embargo, esta dispersión es mucho más acentuada en hembras. Puede explicarse esta situación considerando que los machos muestran siempre una tendencia a un crecimiento más acelerado, lo que puede haber ocurrido, lamentablemente no con la misma intensidad en todas las ejemplares hembras.
- El carácter peso, igualmente, es muy disperso en ambos sexos, por lo que la heterogeneidad del carácter peso es más acentuada que en el carácter talla. En todo caso, es también en las hembras donde este carácter aparece mucho más disperso que en el sexo opuesto.
- En todo caso, comparativamente el carácter peso se muestra mucha más heterogéneo o disperso que el carácter talla.
- Considerando en conjunto, machos y hembras evaluados en el estudio, el carácter talla, tanto como el peso, se encuentran como caracteres bastante variables; sin embargo, siempre el peso tiene una heterogeneidad o variabilidad mucho más alta.
- Lo deseable sería que los caracteres evaluados no aparezcan tan dispersos y que así permitan una evaluación más coherente, particularmente en lo referente a la talla considerando que en el aprovechamiento de los alimentos los ejemplares más grandes son los que más aprovechan de ellos lo que a su vez genera mayor incremento de peso.

- La experiencia que deducimos de este proceso de evaluación es q la condición ideal tendría que ser que el lote o población en estudio esté constituido por ejemplares de la misma edad y mejor aún si tales ejemplares fueran de talla más uniforme. La condición coetaneidad, debiera ser complementada, por la uniformidad de tallas en cada red jaula, dándose así un situación de equidad en el aprovechamiento de los alimentos lo que a su vez permitiría una mejor evaluación en cuanto al desarrollo de los ejemplares estabulados, a través de la medición de tallas y pesos. Lamentablemente no se dio tal situación a lo largo de nuestro estudio. Tal situación no se dio a lo largo de nuestro estudio, por cuanto nos servimos de una población ya estabulada en la que lamentablemente no se habría operado con el criterio de selección de tallas para el inicio de proceso de producción.

## CONCLUSIONES

1. Los incrementos en peso y talla ocurren en relación directa con la temperatura del agua. Asociadas esas dos variables se tiene el mejor índice de regresión para Agosto (87.9) y el más bajo para Junio (39.8); esta misma relación se observa entre temperatura y factor de condición.
2. En términos generales, el factor de condición (K) Ocurre entre 1.25 (mes de Junio) y 1.52 (mes de Setiembre), como medida del grado de bienestar, alcanza niveles intermedios, por tanto no muestra valores óptimos pero tampoco niveles críticos.
3. El proceso gametogénico de *Oncorhynchus mikyss* establecida en redes jaulas en el lago Langui. Layo ocurre entre los meses de Abril-Agosto.
4. La maduración de las gónadas, en sus aspectos de tamaño, coloración y vascularización, ocurren de acuerdo a lo observados en la práctica durante los procesos de producción intensiva, ocurriendo características concordantes con las tablas establecidas.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda la repetición de trabajos de esta naturaleza, realizándolos comparativamente, instalando redes jaulas, en diferentes ambientes acuáticos, simultáneamente y con poblaciones de igual edad y tamaños y pesos también iguales que permitan establecer diferencias en el desarrollo de los stocks estabulados.

## LITERATURA CONSULTADA

1. Alvites, W. Prácticas de Ictiología. Madrid: Agt, editor; 1990.
2. Arrigñon, J. Ecología y piscicultura de aguas dulces. Madrid: Edit. Mundi Prensa; 1979.
3. Barnham, C & Baxter, A. Factor de condición k, para los peces salmónidos. USA: Issn edit; 1998.
4. Bernabe, G. Bases biológicas y ecológicas de la acuicultura Zaragoza. España: Agt, editor; 1999.
5. Blanco, M. La Trucha: Cría industrial. Madrid: Edit. Mundi Prensa; 1984.
6. Canales P. y Muñiz L. Evaluación de la madurez sexual de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).C.E. la raya; 2012.
7. Contreras, A. Producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en Estanques Rústicos de la Piscigranja Yanamayo-provincia del Cusco; 1993.
8. Dirección Regional de Producción Cusco. Introducción de la trucha arco iris en el lago Langui-Layo. 1970.
9. Huet, M. Tratado de piscicultura (3ra.ed.).MADRID: Editorial Mundi Prensa; 1973.
10. Hurtado, L. Productividad piscícola natural del lago Langui-Layo, Canas. Seminario UNSAAC. 2011; p. 15-20.
11. Incagro & inversiones Santa Ines S.A.C. Manual para la producción en jaulas flotantes; 2008.

12. Lagler,B. Ictiología. (1ra. Ed.)MADRID:Agt Editor;1999
13. Lazarte,G. Características limnológicas y productividad Piscícola de la laguna Q'omerccochoa –La Raya.Tesis UNSAAC.1998;p.23-31.
14. Loayza, W. Contribución al conocimiento limnológico del lago Langui-Layo. Canas. Cusco: Ministerio de Pesquería; 1976.
15. Mora,C. Cultivo de truchas en redes jaula en la laguna de Pomacanchi-tesis UNSAAC.1988;p.41-49
16. Municipalidad Distrital de Ragash: “Manual de Crianza de truchas” Ragash – Perú; 2009;
17. Reyes,C. Bioestadística aplicada. México:Editorial Trillas S.A;1990.
18. Tresierra, T. y Culquichicón,Z . Biología pesquera. PERÚ: Editorial Libertad; 1993.
19. Vera R. Truchicultura en el lago Titicaca.tesis UNAP.1989
20. <http://herramientas.educa.madrid.org/animalandia/fichataxonmica.php?id=1127>. Posición taxonómica de la trucha arco iris. Consulta diciembre 2014

## ANEXOS

### EVALUACIÓN POR ASOCIACIÓN DE VARIABLES

**MUESTRA 1 : n = 8; (Mayo)**

**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,918 <sup>a</sup>	,842	,816	42,766	2,750

a. Predictoras: (Constante), Talla trucha (cm)

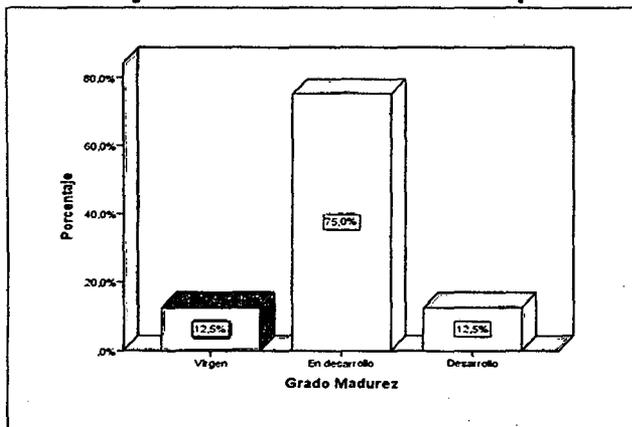
b. Variable dependiente: Peso trucha (g)

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	-835,690	223,485		-3,739	,010
	Talla trucha (cm)	40,989	7,242	,918	5,660	,001

a. Variable dependiente: Peso trucha (g)

### Porcentajes de Grado de madurez para el mes de Mayo

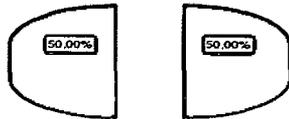


El grafico indica:

- 75% en etapa III de madurez sexual (en desarrollo)
- 12.5% en etapa IV (en desarrollo)
- 12.5% 3n etapa I (inicio)

## Porcentaje del desarrollo gonadal (Mayo)

Evolucion gonadal  
 sincronico  
 asincronico



La mitad de la muestra (50%) fueron asincrónicos con desigual desarrollo de las gónadas y la otra mitad (50%) sincrónicos, es decir las gónadas tuvieron el mismo desarrollo en tamaño y en peso.

## MUESTRA 2 : n = 6; (Junio)

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,996 <sup>a</sup>	,992	,990	6,677

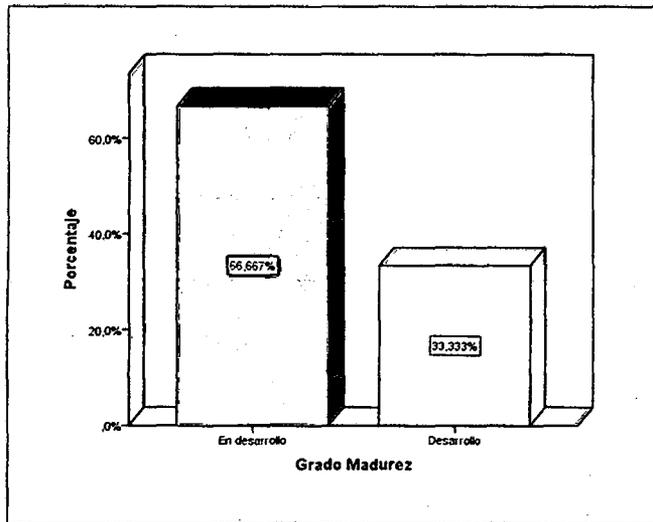
a. Predictores: (Constante), Talla trucha (cm)

Coefficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	-859,422	59,189		-14,520	,000
	Talla trucha (cm)	39,808	1,768	,996	22,510	,000

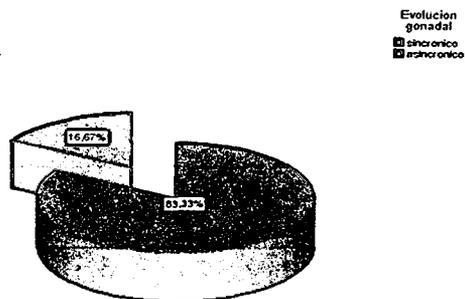
a. Variable dependiente: Peso trucha (g)

### Porcentaje de Grado de madurez (Junio)



Un porcentaje de 66,7 % se encuentran en etapa III (en desarrollo) y un 33,3% en la etapa IV ( desarrollo).

### Porcentaje de la Evolución gonadal (junio)



En la muestra se observa un mayor porcentaje con una evolución gonadal sincrónica, maduración de gónadas derechas e izquierdas uniforme.

**MUESTRA 3 : n = 10; (Julio )**

**Resumen del modelo**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error tlp. de la estimación
1	,913 <sup>a</sup>	,833	,812	48,790

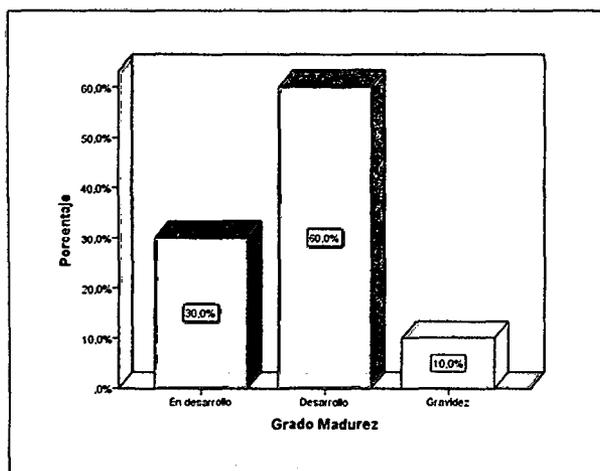
a. Variables predictoras: (Constante), Talla trucha (mm)

**Coefficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error tlp.	Beta		
1	(Constante)	-981,069	228,415		-4,295	,003
	Talla trucha (mm)	4,440	,702	,913	6,322	,000

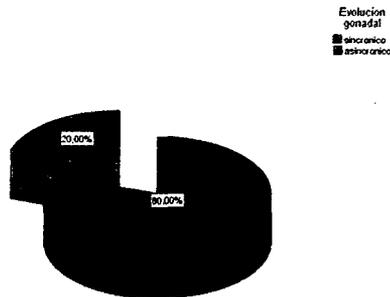
a. Variable dependiente: Peso trucha (g)

**Porcentaje de Grado de madurez (Julio)**



En esta muestra, las truchas presentan en mayor porcentaje una etapa IV (desarrollo) y 10% en etapa V o gravidez, muy próximo al desove (etapa VI).

## Porcentaje de la Evolución gonadal (Julio)



El 80% de la muestra, presentaron una evolución gonadal o maduración de las gónadas izquierda y derecha sincrónicas o uniformes en cuanto a tamaño y peso.

## MUESTRA 4 : n = 10; (Agosto)

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,909 <sup>a</sup>	,827	,805	92,519

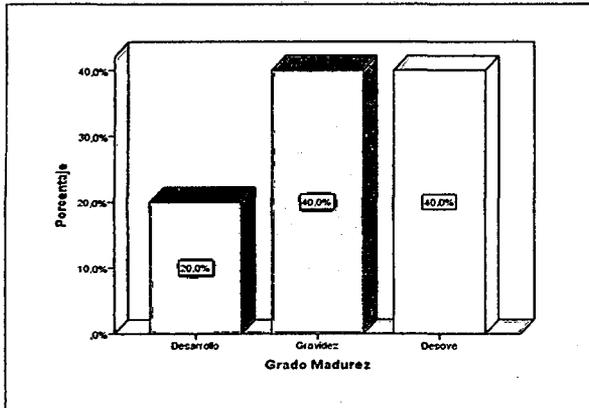
a. Variables predictoras: (Constante), Talla trucha (mm)

Coefficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	-2520,349	543,317		-4,639	,002
	Talla trucha (mm)	8,798	1,423	,909	6,183	,000

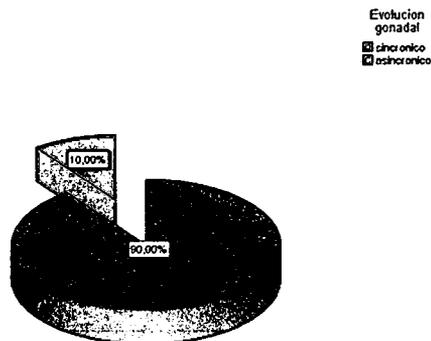
a. Variable dependiente: Peso trucha (g)

### Porcentaje de Grado de madurez (Agosto)



Las truchas de esta muestra se encuentran en un 40% en gravidéz (etapa V) y en desove (etapa VI).

### Porcentaje de la Evolución gonadal (Agosto)



La maduración de esta muestra fue casi totalmente sincrónico (90%), las gónadas derechas e izquierdas tuvieron una maduración uniforme, vale decir alcanzando simultáneamente los mismos grados de madurez.

**MUESTRA 5: n = 4; (Setiembre)**

**Cuadro N° :De la correlación para el mes de setiembre**

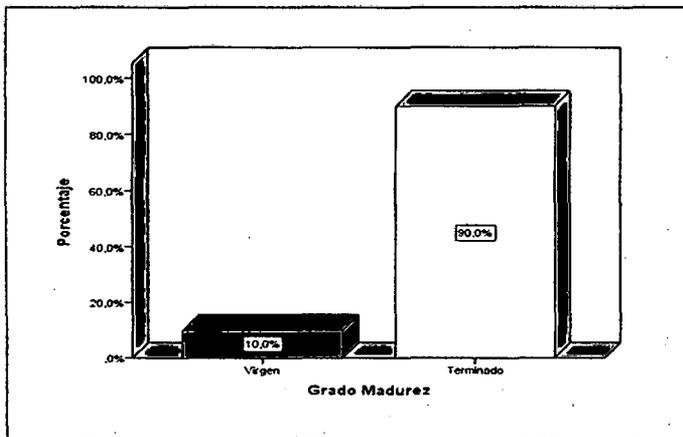
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,995 <sup>a</sup>	,990	,985	31,373	2,413

**Coefficientsa**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	-1729,228	182,835		-9,458	,011
	Talla trucha (cm)	67,883	4,775	,995	14,217	,005

a. Variable dependiente: Peso trucha (g)

**Porcentaje de Grado de madurez (Muestra 5)**



Estas muestras de trucha, presentaron un grado de madurez VII (terminado) es decir que las gónadas se encontraron vacías porque ya se produjo el desove.

## Asociación de Variables: machos vs hembras

Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,947 <sup>a</sup>	,897	,894	78,59617

a. Predictores: (Constante), Talla trucha (cm)

b. Variable dependiente: Peso trucha (g)

Modelo	Coeficientes no estandarizados	
	B	Error estándar
1 (Constante)	-1489,057	118,387
Talla trucha (cm)	60,679	3,426



Foto n° 1: Redes Jaulas instaladas en el lago Langui-Layo

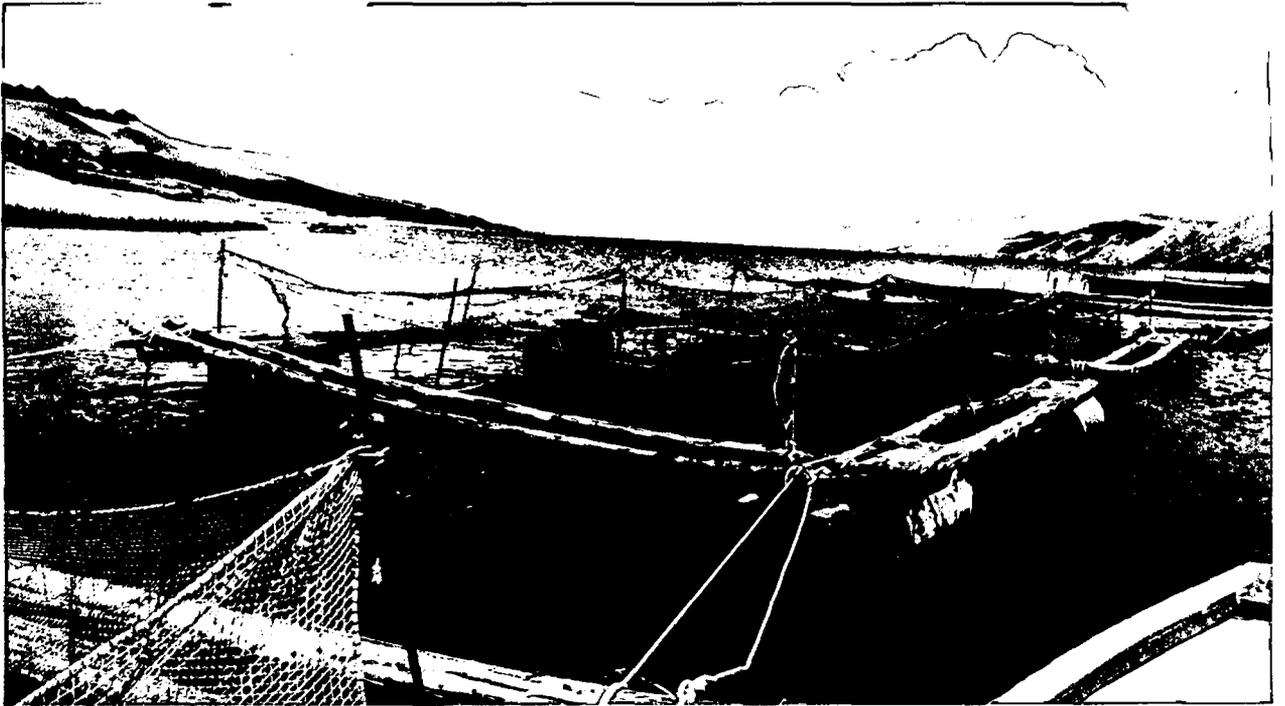


Foto n° 2: Redes Julas instaladas, vista cercana



Foto n° 3: Preparándose para la pesca de trucha arco iris



Foto n° 4: Pesca de truchas arco iris



Foto n° 5: Retornando en el bote, después de adquirir los ejemplares



Foto n° 6: Truchas arco iris para realizar las respectivas evaluaciones



Foto n° 7: Observando el ejemplar



Foto n° 8: Medición de talla con lictiómetro.



Foto n° 9: Abriendo la cavidad abdominal para realizar la observación directa



Foto n° 10 Ovarios en desarrollo Sincrónico

## OVARIOS EN DESARROLLO ASINCRÓNICO



Foto n° 11 Ovarios en desarrollo sincrónico.



Foto n° 12 ovarios en desarrollo asincrónico.

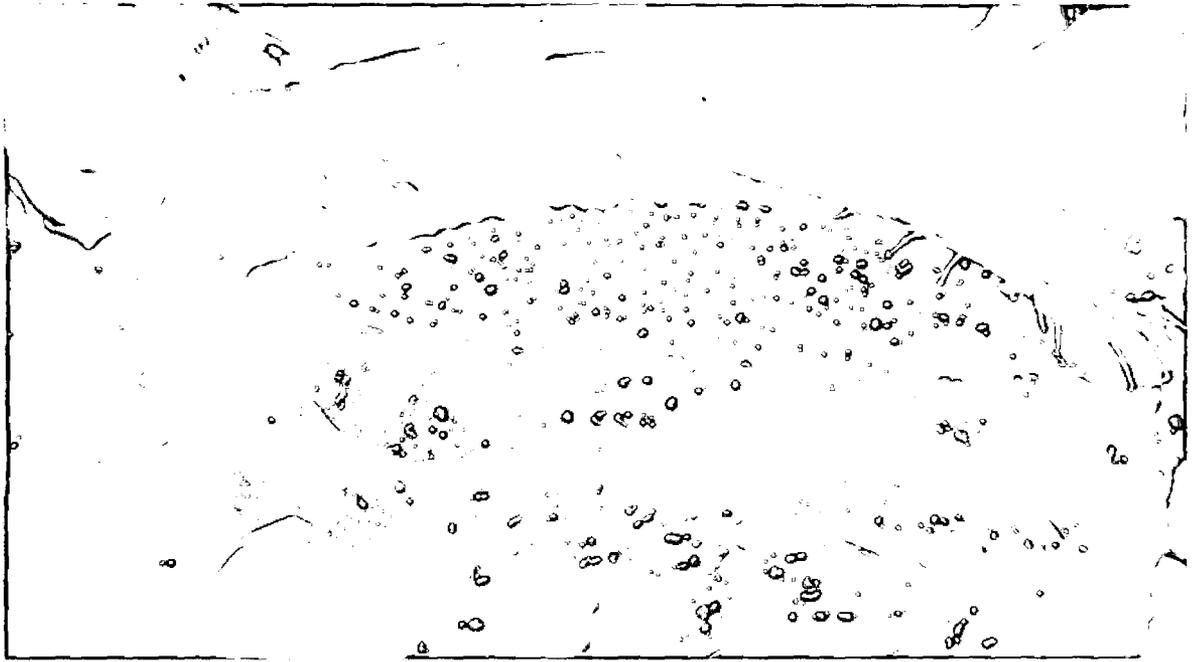


Foto n° 13: Observación de la Madurez Sexual, grado VI