

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

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



**EVOLUCIÓN GONADAL DE LAS HEMBRAS DE
TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) DE
LA PISCIGRANJA PUMAHUANCA – URUBAMBA**

**TESIS PRESENTADA POR:
Br. Naiy Ruth Canazas Chavez**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO**

ASESOR: Blgo. Rolando P. Canales Pérez

**Tesis Auspiciada por el Consejo de
Investigación - UNSAAC**

**CUSCO – PERÚ
2015**

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente
A mis padres Saturnina Y Nicolás por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores,
A mis hermanos Willer Y Edgar.
Por ser el ejemplo de los que aprendí y por estar conmigo apoyándome siempre, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a todos y cada uno de los docentes y personal administrativo de la Facultad de Ciencias Biológicas Carrera Profesional De Biología de la tricentenaria Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco, también mi sincero agradecimiento al Blgo. Rolando Popi Canales por su asesoramiento acertado, sugerencias correcciones y apoyo constante durante la realización del presente trabajo.

A mis profesores Mgt. Rodrigo Chevarria del Pino, Blga. Mari Norma Jara Moscoso, Blgo. Olinto Aguilar Condemayta y Blgo. Luis Ayma.

Y a todas las personas que me apoyaron en forma directa e indirectamente en la elaboración de la presente tesis.

EVOLUCION GONADAL DE LAS HEMBRAS DE TRUCHA ARCO IRIS (Oncorhynchus mykiss) DE LA PISCIGRANJA PUMAHUANCA – URUBAMBA

CONTENIDO

RESUMEN

INTRODUCCION

Identificación del problema	i
Objetivos	ii
Justificación	iii
Variables	iv
Hipótesis	v

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1.- Estado del arte	1
1.2.- Bases teóricas	3
1.2.1.- Generalidades sobre reproducción de peces	3
1.2.2.- Evolución gonadal	5
1.3.- Modalidades de producción de truchas	6
1.4.- Generalidades de estabulación en modalidad monosexo (caso tilapia).....	7
1.5.- Características de la estabulación monosexual	8
1.6.- Origen o procedencia del lote monosexual	9
1.7.- Generalidades sobre aspectos reproductivos en peces.....	10
1.8.- Generalidades sobre la bioecología de la especie en estudio.....	11
1.9. Marco conceptual	14

CAPITULO II: AREA DE ESTUDIO

2.1.- Ubicación	16
2.2.- Accesibilidad	16
2.3.- Clima	18
2.4.- Zonas de vida del distrito de Urubamba	20
2.5.- Medio biológico	23

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS

3.1.- Materiales	25
3.2.- Metodología.....	28
3.2.1. Para la calidad hídrica.....	28
3.2.1.1.- Físicos	28
3.2.1.2.- Químicos	29
3.2.2. Para determinar la madurez sexual	30
3.2.3.- De la evaluación de incremento de tallas y pesos.....	32
3.2.4.- Factor de condición (K).....	32
3.2.5.- Tratamiento estadístico	33
3.2.6.- Secuencia de actividades	37

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.- De la calidad hídrica	38
4.1.1. Físico	38
4.1.2. Químico	38
4.2. De la evaluación de pesos, tallas, madurez sexual y factor de condición (K)	45
4.3.- Del tratamiento estadístico.....	49

4.4.- Resultados cualitativos y cuantitativos	63
4.5.- Interpretaciones	64
4.6. Interpretación del factor de condición (K).....	65

- CONCLUSIONES
- LITERATURA CONSULTADA
- ANEXOS

INDICE DE CUADROS	Pag
Cuadro 01: Madurez sexual en peces – Grupos de NAIER DE BUCKMANN.....	5
Cuadro 02: Dimorfismo sexual de los reproductores	13
Cuadro 03: Registros de precipitación y temperatura de la zona de estudio... ..	18
Cuadro 04: De zonas de vida del distrito de Urubamba.....	20
Cuadro 05: Area total de los estanques para los distintos estadíos...	27
Cuadro 06: Volumen Real Total de los Estanques para los distintos estadíos.....	28
Cuadro 07: Volumen Efectivo Total de los Estanques para los distintos estadíos.....	28
Cuadro 08: Carácter de CV.....	33
Cuadro 09: Rangos de correlación	35
Cuadro 10: Principales parámetros físico-químicos analizados (ARARIWA).....	40
Cuadro 11: Parámetros físico-químicos (ARARIWA).....	41
Cuadro 12: Parámetros físico-químicos (ARARIWA).....	41
Cuadro 13: Parámetros físico-químicos (ARARIWA).....	42
Cuadro 14: Parámetros físico-químicos (ARARIWA).....	42
Cuadro 15: Parámetros físico-químicos (ARARIWA).....	43
Cuadro 16: Parámetros físico-químicos (Testigo).....	43

Cuadro 17: Calidad hídrica con parámetros físico-químicos para la crianza intensiva de trucha.....	44
Cuadro 18: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Marzo).....	45
Cuadro 19: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Abril).....	45
Cuadro 20: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Mayo).....	46
Cuadro 21: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Junio).....	46
Cuadro 22: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Julio).....	47
Cuadro 23: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Agosto).....	47
Cuadro 24: Registro de talla, peso, GM, EG y K	48
Cuadro 25: Promedio mensual del Factor de Condición (k).....	48
Cuadro 26: Estadísticos descriptivos.....	49
Cuadro 27: Resultados del CV para talla.....	49
Cuadro 28: Estadísticos descriptivos.....	50
Cuadro 29: Resultado del CV para peso.....	50
Cuadro 30: Estadísticos descriptivos (Piscigranja Zambrano).....	51
Cuadro 31: Resultados del CV de Zambrano.....	51
Cuadro 32: Valores mensuales de la relación, Longitud- Peso.....	52
Cuadro 33: Coeficiente de Determinación	53
Cuadro 34: Estadísticos descriptivos para el peso (g).....	54
Cuadro 35: ANOVA para la determinación del PESO.....	55
Cuadro 36: Sub conjuntos homogéneos para PESO.....	55
Cuadro 37: Estadísticos descriptivos para la talla (cm).....	57
Cuadro 38: ANOVA para la determinación de la talla.....	57
Cuadro 39: Sub conjunto de grupos homogéneos para la Talla (cm).	58

Cuadro 40: Estadístico descriptivos del Resumen del factor de condición (K).....	60
Cuadro 41: ANOVA para factor de condición (K).....	60
Cuadro 42: Subconjuntos de grupos homogéneos del factor de condición (K).....	61
Cuadro 43: 1º Punto de toma de muestra: Entrada de agua a los estanques.....	72
Cuadro 44: 2º Punto de toma de muestra: Salida de agua de los estanques.....	74

INDICE DE GRAFICOS

	Pag
Gráfico 01: Climatodiagrama de la Localidad de Urubamba	19
Gráfico 02: Diagrama de correlación.....	35
Gráfico 03. Dispersión de media de peso.....	56
Gráfico 04. Dispersión de medias para tallas.....	59
Gráfico 05. Diagrama de Medias (K).....	62
Gráfico 06: pH de Entrada de agua.....	62
Gráfico 07: Dureza total-Alcalinidad de Entrada de agua	73
Gráfico 08: OD (Oxígeno disuelto) de Entrada de agua.....	73
Gráfico 09: Temperatura °C de Entrada de agua.....	74
Gráfico 10: pH de Salida del agua.....	75
Gráfico 11:Dureza total-Alcalinidad de Salida del agua.....	75
Gráfico 12: OD (Oxígeno disuelto) de Salida del agua.....	76
Gráfico 13: Temperatura °C de Salida del agua.....	76

Gráfico 14: Diagrama de dispersión mes de Marzo.....	77
Gráfico 15: Diagrama de dispersión mes de Abril.....	78
Gráfico 16: Diagrama de dispersión mes de Mayo.....	79
Gráfico 17: Diagrama de dispersión mes de Junio.....	80
Gráfico 18: Diagrama de dispersión mes de Julio.....	81
Gráfico 19: Diagrama de dispersión mes de Agosto.....	82
Gráfico 20: Diagrama de dispersión (Zambrano).....	83
Gráfico 21: Distribución del Factor de Condición (K).....	84
Gráfico 22: Talla promedio (mensual) de peces colectados	85
Gráfico 23: Peso promedio (mensual) de peces colectados	86

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El problema investigado se refiere a la dilucidación de la posible aceleración en los incrementos de peso y talla con ejemplares (puramente hembras o puramente machos) en este caso puramente hembras estabuladas en la Piscigranja Pumahuanca, perteneciente a la institución ARARIWA.

Como aspecto complementario se monitoreó la evolución de la maduración sexual, aspecto que complementa o tiene relación con el desarrollo expresado a través de los incrementos de peso y talla.

Nuestro interés para investigar este problema encuentra su fundamento en que la producción vía monosexo, en nuestro medio todavía no ha sido monitoreada sistemáticamente y bien vale la pena sentar las bases para que esta forma de producción cuente con referentes que orienten hacia la masificación de esta modalidad de estabulación.

También motiva nuestra investigación el desconocimiento de la madurez sexual de trucha arco iris en un ambiente hídrico caracterizado por la permanente frialdad de sus aguas, podría pensarse que en una piscigranja localizada en un espacio geográfico caracterizado por sus temperaturas benignas, como es el caso de la capital de Urubamba, La reproducción podría ocurrir en el término máximo de 2 años, lo que parece no ser así debido a que el recurso hídrico utilizado para la crianza muestra una frialdad que no concuerda con lo que ocurre en el ambiente atmosférico, donde es posible advertir temperaturas considerablemente elevadas, especialmente en las estaciones de primavera y verano.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Determinar la posible aceleración de los incrementos en peso y talla de la maduración sexual de las hembras de "trucha arco iris" estabuladas en la modalidad unisexual.

Objetivos específicos:

- Determinar el tiempo correspondiente al proceso ovogenésico.
- Establecer, comparativamente, la posible aceleración del proceso gametogenésico y de los incrementos en peso y talla, frente a ejemplares estabulados en la modalidad mixta.

RESUMEN

En el presente informe de investigación realizada en la Piscigranja Pumahuanca Urubamba de Marzo a Agosto del 2013, utilizando como material biológico las hembras de *Oncorhynchus mykiss* (trucha arco iris) estabuladas en aquella unidad de producción. Tratándose de una estabulación monosexual, (puramente hembras), el monitoreo para nuestra investigación pone en énfasis en la evolución del proceso gametogénico con observación directa sobre los ovarios para describir tamaño, color y vascularización de estas gónadas e igualmente con la utilización de tablas de madurez sexual para desovantes totales se calificó con frecuencia mensual las diferentes etapas previas toma de tallas y pesos en cada muestreo. De los resultados obtenidos, se infiere que la estabulación monosexo, no inhibe ni cualitativa ni cuantitativamente el proceso gametogénico, toda vez que los ovarios evolucionan con la misma intensidad a como lo hacen en una estabulación mixta. En todo caso las diversas etapas de la madurez sexual ocurren con características establecidas en la tabla de madurez formulada por Nayer de Buckman. Entre los resultados, cabe también resaltar que en esta estabulación monosexo los incrementos en peso y talla ocurren con mayor celeridad que en estabulación mixta. Finalmente otro de los resultados importantes es que los óvulos muestran color y diámetro igual al de los reproductores en ambientes naturales.

INTRODUCCIÓN

La práctica de la truchicultura, en su nivel intensivo; ocurre con aplicación de similares tecnologías en diversas partes del mundo, sin embargo, existen notorias diferencias en cuanto a la eficiencia de la producción. En algunas innovaciones en el proceso de crianza intensiva y en las diferentes modalidades de estabulación, se viene generalizando la producción con estabulación monosexo.

Cuyos resultados son evidentemente favorables, particularmente cuando la población estabulada es puramente de hembras; las mismas que proceden de ovas cromosómicamente manipuladas.

Para el presente trabajo de investigación nos propusimos confirmar las ventajas o bondades de la estabulación monosexo; localizando nuestras actividades en la piscigranja ARARIWA donde el proceso de producción utiliza poblaciones puramente hembras.

Consideramos conveniente asimilar y/o poner en práctica estas nuevas formas de producción intensiva tomando en consideración las ventajas o mejores resultados conseguidos en otras latitudes, particularmente en Norte América y en algunos países europeos en los que la crianza monosexo se muestran con mayor eficiencia. Sirva comentar que esa tecnología resulta bastante viable para ser ejecutada al menos por el momento, toda vez que las ovas embrionadas con que se inicia la producción procede de algún país que a potenciado la técnica de la manipulación cromosómica y esta en condiciones de atender la demanda mundial; en el Perú inversionistas privados al igual que diversos sectores públicos relacionados con la producción también se han alineado en la estrategia de importar ovas embrionadas para luego concluir con un corto período de re incubación que finalmente concluirá con la eclosión de nuevos individuos puramente hembras. Nos anima el propósito de confirmar los resultados que se vienen obteniendo en la producción intensiva de trucha, en su modalidad de estabulación monosexo.

Esperamos que los resultados obtenidos que ahora ponemos a consideración de personas o instituciones interesadas en la producción de trucha pueda en alguna medida contribuir a la actualización del proceso de producción intensiva.

JUSTIFICACIÓN

Se propone este tema de investigación considerando que actualmente la práctica de la piscicultura intensiva prefiere, en más de una especie culturizada, la alternativa del monosexo la misma que por experiencias demostradas acelera las ganancias en peso y tallas no obstante que la maduración sexual se manifiesta con las mismas características que en una crianza mixta; siendo además más la del monosexo una tendencia admitida como favorable en la domesticación de las especies ícticas, resulta conveniente verificar en nuestro medio si la producción en base a hembras permite llegar en tiempo más breve a los pesos y tallas de comercialización.

VARIABLES

Se estima que está bastante bien definidos los factores (variables) implicados en el problema, entonces se tiene como variables:

Variables independientes

- Calidad hídrica (particularmente lo referido a temperatura)
- Estabulación en modalidad mono sexo

Variables dependientes

- Incremento en peso
- Incremento en talla
- Avance o progresión de la madurez sexual

HIPÓTESIS

Considerando que por experiencia y antecedentes se conoce que en la estabulación mixta de trucha arco iris, machos y hembras maduran con la misma intensidad, vale decir alcanzando los mismos grados de madurez, entonces:

- **Se asume que la estabulación de un solo sexo (monosexo) es un factor determinante, de la aceleración o desaceleración del proceso gametogénico.**
- **Se admite también la premisa de que la estabulación monosexual acelera los incrementos en peso y talla.**

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1. Estado del arte

Gran parte de la tecnología de crianza en producción intensiva de trucha arco iris están referidas a las modalidades de estabulación, en estanques y luego en redes jaula, la primera modalidad es la más difundida y la que mayor aceptación tiene, toda vez que son instalaciones de tierra contrariamente a las redes jaula que para su instalación necesariamente requieren de un ambiente lentic. **Vinatea J. 1982.**

La eficiencia de la producción intensiva en estanques convencionales, se evalúa por los incrementos en peso y talla, tales incrementos a su vez están determinados o son producto del manejo piscícola, como calidad y cantidad del alimento suministrado. **Lagler 1984, Pillay 2004.**

CONTRERAS, L. (1993) “Producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en estanques rústicos de la piscigranja Yanamayo-provincia del cusco”, informa sobre el proceso de crianza en estanques rústicos con una duración de 10 meses y utilizando alimento húmedo, en tales condiciones registra incrementos mensuales de talla en 1.98cm.y 12.57gr.en peso.

Con la calidad del alimento utilizado se obtiene un Q_n de 2.2, informa también de una mortalidad de 46.6% durante el proceso de crianza de los 10 meses.

De la información recogida sobre producción intensiva en estanques y redes jaula podemos citar la siguiente:

MORA, C. (1998) “Cultivo de Truchas en Redes Jaula en la Laguna de Pomacanchi”, entre sus conclusiones indica que en un tiempo de crianza de 8 meses se obtuvieron ejemplares con talla promedio de 24.82cm.y peso promedio de 197.89gr; indica también que el alimento utilizado tuvo un Q_n de 1.17.

En el mismo trabajo se tiene información sobre la relación Longitud-peso y el factor de condición.

La producción intensiva con estabulación en estanques implica la utilización de tres recursos, íctico, hídrico y suelo. **RIPALME, 2003, 2004.**

A su vez la producción en redes-jaula requieren solamente de dos recursos, íctico e hídrico, en lugar de los estanques opera las redes jaula, que los hay de construcción manual e industrial.

La producción en estanques constituye la modalidad de producción intensiva propiamente dicha, considerando que las cargas y densidades de estabulación pueden ser manejadas en función de la disponibilidad del flujo hídrico.

En cambio la estabulación en redes jaula pueden considerarse como una producción de nivel semi intensivo por cuanto la cantidad y calidad del agua no pueden ser reguladas por el hombre, por lo que la producción se atiene a las condiciones naturales del ambiente hídrico. **Sánchez, R, 2004.**

La eficiencia medida en términos de tiempo hasta que los ejemplares alcancen el primer tamaño comercial (18 -20 cm) con pesos entre 180 – 200 g, dependen también de la temperatura del agua, siendo así con temperaturas por debajo de 14°C, (promedio anual), el tiempo de crianza toma entre 9 a 10 meses, pero si dicha temperatura está entre 15- 16°C, el tiempo de producción es de 7 – 8 meses, a partir de alevinos de 5-6 cm, de longitud total, tamaño que corresponde a una edad promedio de 4 meses.

Los antecedentes hasta aquí comentados, corresponden a stock de truchas como conjunto mixto (machos y hembras) todavía se carece de información sobre la estabulación monosexo que se viene practicando en nuestra región, escasamente desde hace 2 años.

Empresa Xstrata Perú S.A. y la Comunidad Campesina de Pamputa (2008) “Piscigranja de Truchas en la Comunidad Campesina de Pamputa – II ETAPA”. La Empresa Xstrata Perú S.A. y la Comunidad Campesina de Pamputa, realizaron el mencionado proyecto, que busca mejorar la producción de truchas en estanques, promoviendo un desarrollo alternativo que incida en la creación de fuentes de trabajo e ingresos para los comuneros de Pamputa, motivando la participación en la gestión sostenible de los recursos naturales, a través de un programa de producción de peces, de mejorar la sensibilización y

capacitación, como base para la generación de capacidades humanas de la población en base a las características comunes de integración a través de su cultura, uso de los recursos naturales, tecnología, medios de comunicación, comercialización, entre otros.

CEDEP, Antamina (2009) “Manual de crianza para Truchas”. Elaboraron este manual, para dar a conocer la producción de Trucha, abarcando toda la fase de cultivo y alimentación de los peces, desde el cultivo de las crías hasta la engorda a talla comercial y la cosecha, con el propósito de brindar al público interesado, información básica relacionada con la especie trucha y su cultivo.

Se reitera la carencia de antecedentes de producción intensiva con estabulación monosexo, los trabajos iniciales llevados a cabo, en diversas regiones del Perú y en la propia Región del Cusco, todavía no ha generado una información consistente y en todo caso, las informaciones y resultados preliminares todavía no han sido difundidas.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Generalidades sobre reproducción de peces

La biología de reproducción en peces muestra matices o modalidades diversas e interesantes, dado que en estos organismos ocurre los diversos tipos de reproducción sexual a su vez heterosexual, hermafroditica y partenogénica (Ictiología, curso curricular de la FCB-UNSAAC), por otra parte la modalidad de incubación también ocurren con variedad desde aquellas de fecundación e incubación externas, otras de incubación y fecundación interna, alguna con fecundación externa e incubación bucal, o en alguna otra estructura anatómica especial.

De todas las modalidades citadas, el más frecuente y el más característico en peces óseos es la fecundación e incubación externa, con diversos hábitos de desove como son los xamófilos, fitófilos y litófilos, lo que corresponden puntualmente a los salmónidos como habito de desove la condición xamófilos, vale decir desove sobre sustrato de arena y grava.

Es conocida con suficiencia en el caso de la trucha arco iris, que su madurez sexual se manifiesta con el primer desove que ocurre alrededor de los 2 años, sin embargo en regiones donde la frialdad del agua muestra un promedio menor a 10°C durante la temporada de reproducción o sea entre mayo-agosto, para el caso del Perú, el primer desove puede retrasarse hasta en 1 año como ocurre en la Raya, cuyos ejemplares tanto machos y hembras maduran sexualmente a los 3 años.

Si bien la edad y temperatura son variables que inciden significativamente sobre la maduración y desove en peces, obviamente incluido los salmónidos, sin embargo también resultan importantes especialmente a nivel de crianza intensiva la estabulación mixta o la estabulación monosexo.

En la estabulación mixta que es la más convencional y generalizada, parece que el ambiente compartido por ambos sexos estimula la maduración de las gónadas, pero sin predisponer a los reproductores a la culminación en el desove.

Por su parte la estabulación monosexo, particularmente en hembras, parece verse favorecido por la ausencia de machos, debido a que estos durante ese tiempo de maduración gonadal, evidencian una conducta agonística (de agresión), de manera que las hembras liberadas del accionar violento de los machos, maduran a un ritmo más constante y van a producir gametos e incluso de mejor calidad cuantitativamente y cualitativamente. Además el desarrollo corporal en términos generales, ocurre con mayor intensidad de manera que las hembras así estabuladas alcanzan tallas y pesos comerciales en tiempos considerablemente más corto (piscicultura I, curso curricular de la FCB-UNSAAC).

Téngase en cuenta que para los peces, especialmente para aquellos de desove en el lapso otoño-invierno, las bajas temperaturas determinan menores niveles de apetito y además de esta situación, las hembras particularmente durante las últimas fases de la maduración sexual se muestran renuentes al consumo de alimentos.

1.2.2. Evolución gonadal

Se refiere a la progresión o avance de la maduración de las gónadas, lo que se describe sistemáticamente identificando cada estadio con números romanos. Esta evolución o progresión se muestra en lo que corresponde a los grupos de Naier Buckmann.

Cuadro 01: Madurez sexual en peces – Grupos DE NAIER DE BUCKMANN

ETAPA	TESTICULO	OVARIO
I	Testículos pequeños vidriosos, transparente, sin color o algo grisáceos	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 pequeñas células transparentes y poligonales, de tamaños diversos. Bajo la lupa; paredes ováricas internas homogéneas.
II	Testículos pequeños, turbios ligeramente rojizos, transparentes.	Ovario turbio pero transparente, rojizo o rojo-grisáceo, de paredes tirantes y pequeño. Los óvulos se pueden reconocer con la lupa como células redondeadas y transparentes, pero todavía hay ovulos como en I.
III	Testículos pequeños, rojizos, con vasos sanguíneos opacos	Ovario casi opaco, rojo grisáceo o anaranjado, con bastantes vasos sanguíneos. Algunos óvulos se pueden reconocer a simple vista
IV	Testículos pequeños, rojo blanquizco, tirante, con pocos vasos sanguíneos. Cuando se le aprieta no sale liquido	Totalmente opaco, naranja a rojo blanquizco, relativamente pequeño (mitad del tamaño definitivo), muy rollizo. Óvulos que se pueden notar a simple vista, con vitelo que les comunica un color naranja a rojo-blanquizco, por estar muy pegados unos a otros, pueden tomar la forma poligonal.
V	Testículos totalmente opacos, con la longitud definitiva, rollizo-tirante, libera líquido blanco cuando se hace presión.	Opaco naranja o rojo-blanquizco; ha alcanzado el tamaño y peso definitivo. Los óvulos como en IV, pero nuevamente bien redondeados

Cuadro 01: Madurez sexual en peces – Continuación

VI	Testículo igual que al anterior, pero libera líquido lechoso; las paredes bien estiradas.	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.	Gris a rojo oscuro, transparente, algo acortado. Las paredes se agrupan y tienen algunos vasos sanguíneos ningún óvulo opaco.
VIII	Testículos rojos o gris-rojizos, muy cortos, no sale esperma. Paredes muy suaves y con muchos vasos sanguíneos. Luego continua como en II y siguiente.	Color rojo y transparente, claramente acortado. Paredes suaves, rugosas, con vasos sanguíneos. De los óvulos blancos, quedan muy pocos, estando algo aplastados y en reabsorción. Continúa luego con el II y demás.

Fuente: Alvites Ruesta W (1990)

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

1.3. Modalidad de producción de trucha

Este aspecto se refiere más puntualmente a las diversas formas de estabulación para la producción intensiva. Siendo así, la más antigua y convencional es la estabulación en estanques, de formas diversas aunque finalmente la más aceptada es la rectangular, siguiendo luego la forma circular.

Independientemente de la forma, el dimensionamiento de los estanques, toma en cuenta los estadios para la estabulación en las diferentes fases del ciclo vital. Hopher, B. 1993.

La siguiente forma de estabulación corresponde, a lo que son las redes jaulas, con la limitante de que tales redes pueden instalarse solo al interior de ambientes lenticos.

La producción en redes jaulas, en la práctica corresponde a un nivel semi intensivo, toda vez que el piscicultor no puede controlar o manejar el flujo

hídrico, para aumentar o disminuir la población estabulada; sin embargo, esta modalidad supone también una ventaja adicional, como es la disponibilidad de alimentos frescos (micro crustáceos, larvas de insectos y otros) que en alguna medida mitigan los problemas hepáticos, que ocurren como consecuencia del uso permanente de alimentos secos con componentes proteicos, grasa y carbohidratos muy concentrados que conllevan al recubrimiento adiposo de tejidos hepáticos.

Hasta donde se tiene registrados los rendimientos, en estanques y en redes jaulas, lo de estas últimas alcanzan un promedio entre 15 a 16 kilos/m³, mientras que en estanquerías si bien el promedio está entre 12 a 14 kilos /m³, pero este nivel es fácilmente superable con un manejo piscícola más eficiente.

En las modalidades de estabulación descritas, los ejemplares estabulados son indistintamente de machos y hembras, no habiéndose optado todavía por un criterio de selectividad o de separación por sexos, situación que recién ocurre inicialmente, en el mejor de los casos, desde hace dos años. **Canales, R. 2012.**

1.4. Generalidades de estabulación monosexo (caso tilapia)

La estabulación monosexo, más conocida, corresponde al caso de tilapia pez tropical de origen africano, caracterizado por su alta prolificidad; alguna especie de las muchas con que cuenta este género, estabulada a una temperatura entre 30 a 32°C, se reproduce con una frecuencia semanas ocasionando así una alta densidad de los estanques como con los consiguientes problemas de canibalismo y enanismo. Es esta alta prolificidad, la que obligó a su estabulación en la modalidad monosexo.

En el mismo problema de tilapia, se optó también por la alternativa de masculinización de toda la prole, a través de estrategias como reversión sexual y/o cruzamientos entre dos especies diferentes del género tilapia, en ambos casos para obtener prole exclusivamente masculina. En todo caso téngase en cuenta, que la técnica de reversión sexual es, y ha sido practicada con mayor frecuencia en especies tropicales.

Para el caso puntual de trucha, en el marco correspondiente al monosexo, la preferencia tiende a la feminización, aunque a la par también se opta por la consecución de híbridos infértiles.

Ambos casos feminización e hibridación, son productos de manipulaciones cromosómicas a través de la técnica de la poliploidía que se consigue como consecuencias de la aplicación de shock térmicos, sobre embriones provenientes de una fecundación normal. (Piscicultura I, curso curricular de la FCB-UNSAAC).

Por las experiencias obtenidas sobre monosexo en países diversos, se sabe que las hembras provenientes de la técnica de la poliploidía, se caracteriza por su acelerado crecimiento en longitud y peso; por eso, se hace cada vez más creciente la importación de embriones para proles totalmente femeninas; sin embargo téngase en cuenta que esta situación genera un problema de dependencia de empresas transnacionales que se dedican exclusivamente a la producción de ovas para prole femenina. Entonces queda en pie la urgencia que tenemos de preparar a nuestros técnicos para esta modalidad de producción de ovas.

1.5. Características de la estabulación monosexual

La estabulación monosexual, vale decir puramente de hembras o puramente de machos, obviamente presentan ventajas y desventajas.

Entre las ventajas se puede comentar prácticamente que, durante el periodo reproductivo, no se manifiesta ningún tipo de conducta agonística (agresividad) situación que en condiciones de estabulación mixta se manifiesta, especialmente en días previos al desove, cuando los machos se comportan agresivamente contra las hembras, ocurriendo de manera continua, una persecución en todo el ámbito del estanque. Esta condición agresiva de los machos genera situación de estrés en las hembras.

A su vez entre las desventajas de la estabulación monosexual, se tiene que tal situación no predispone ni a machos ni a hembras asiladas, a un comportamiento sexual que incite a la maduración y al consiguiente desove.

Téngase en cuenta que en una estabulación mixta, la “provocación” mutua entre sexos opuestos parece acelerar la maduración y predispone al desove.

Sin que esta separación por sexos constituya realmente una interferencia para la demora en la maduración y el desove, sin embargo, es evidente que los ejemplares separados por sexos, no muestran la misma vivacidad o predisposición particularmente para el desove. En definitiva la separación por sexos no inhibe pero si retarda tanto la maduración gonadal como la expulsión de gametos (desove).

La estabulación monosexual femenina, a condición de que el lote estabulado este eficientemente alimentado, parece incrementar la capacidad de conversión de los nutrientes ingeridos en masa corporal, ello no obstante de que la ovogénesis que ocurre en las hembras aisladas, gasta energía para esta formación de gametos. A este respecto se debe tomar en cuenta que la fecundidad de estas hembras no se ve disminuida como tampoco se ve afectada la calidad de los óvulos, toda vez que todos ellos parecen con características de color y tamaño similares o iguales a los provenientes de hembras en estabulación mixta.

1.6. Origen o procedencia del lote monosexual

La estabulación monosexual de puramente machos o puramente hembras, puede tener dos procedencias:

- Lotes separados o sexados procedentes de una selección realizada en sus primeros estadios o en cualquier momento de su ciclo vital.
- Lotes de hembras o machos provenientes de alguna manipulación cromosómica o de algún proceso de reversión sexual (alteración de cromosomas).

Bajo tal función de procedencia, hay que dejar establecido que generalmente los monosexos provenientes de alguna manipulación cromosómica, tienen la condición de ser estériles y en ellos prácticamente no ocurre la gametogénesis.

En cambio en la monosexualidad provenientes por una selección por sexos y como tal resultado de una fecundación normal, los machos y las hembras

muestran procesos gametogénicos normales, con las características regulares de maduración y desove.

1.7. Generalidades sobre aspectos reproductivos en peces

En los peces ocurren las tres formas o modalidades de reproducción sexual; heterosexual, hermafrodítica y partenogénica como en el caso de ciertas especies de la familia Poeciliidae, la forma de reproducción heterosexual, es la más generalizada o más frecuente, **Huet, M. 1998.**

En la condición hermafrodítica, la maduración de las gonadas (testículos y ovarios en un mismo individuo), puede ocurrir simultáneamente o en forma consecutiva como sucede en la familia Serranidae, de tal manera que si el hermafrodita madura primero como hembra, toma la denominación de proginesíca, y si lo hace primero como macho tendrá la condición de proandríca.

En términos de maduración sexual, este aspecto está en función en la condición termal del pez o del ambiente acuático que ocupa, siendo así los peces de agua fría, maduran más tardíamente que los tropicales.

Luego de la primera reproducción que culmina con el consiguiente desove las sub siguientes reproducciones ocurren, de manera general con frecuencia anual, en especies de aguas frías y pueden hacerlo repetidas veces en el curso de un año las especies que tienen la condición de tropicales.

La fecundación es mayoritariamente externa cuando machos y hembras en actitud simultánea expulsan sus productos sexuales produciendo así la unión de los gametos, dando así a la formación de un nuevo individuo.

La fecundación interna que caracteriza a los peces cartilagosos y algunos óseos, ocurre con la presencia de un órgano copulador de los machos, y estructura que se forma como modificación de radios y espinos de la aleta ventral de los peces óseos y de la aleta anal de los peces cartilagosos, llamados gonopodios.

En consideración cuantitativa los peces de fecundación externa producen mayor cantidad que los de fecundación interna, en estos últimos la implantación de los cigotos ocurre en los oviductos de las hembras, cuya capacidad de albergar embriones es realmente escasos pero con la seguridad que tales embriones llegan prácticamente todos hasta la eclosión o nacimiento. (Biología pesquera, curso curricular de la FCB-UNSAAC).

Concluido el periodo de incubación a través del cual ocurren en cada cigoto la formación de un nuevo pez, la eclosión da lugar al nacimiento de larvas caracterizadas anatómicamente por la presencia, en la región ventral del saco vitelino de cuyo contenido nutricio se alimenta la larva hasta que tales estructuras se reabsorba y así se da inicio a la condición de alevino.

Las fases sub siguientes del ciclo vital de peces corresponden a los estadios de juvenil, adulto-reproductores, hasta el final de cada pez en el tiempo que corresponde a la longevidad característica para cada especie.

1.8. Generalidades sobre la bioecología de la especie en estudio

Esta especie se caracteriza por tener el cuerpo cubierto con finas escamas y de forma fusiforme (forma de huso), la coloración de la trucha varía de acuerdo al ambiente en que vive, edad, estado de maduración sexual y otros factores, como por ejemplo la influencia del ambiente en riachuelos sombreados presentan color plomo oscuro mientras que en un estanque bien expuesto a los rayos del sol ofrece una tonalidad mucho mas clara, verde oliva en su parte superior luego una franja rojiza para finalizar con el abdomen blanco; además posee gran número de máculas negras en la piel, a manera de lunares, por lo que en otros lugares se le llama también trucha pecosa. La denominación de trucha arco iris se debe a la presencia de una franja de colores de diferentes tonalidades, con predominio de una franja rojiza sobre la línea lateral en ambos lados del cuerpo. (Blanco, 1995).

Etapas de desarrollo de las truchas

El desarrollo biológico de la trucha comprende 5 etapas:

- a. **Ova.-** Son los huevos fecundados, que después de un promedio aproximado de 30 días de incubación, eclosionan para convertirse en larva.
- b. **Larva.-** Pez todavía no formado integralmente, presenta el saco vitelino lo que ocurre en un tiempo aproximado de un mes, tomando así la condición de alevino y alimentándose desde el exterior.
- c. **Alevino.-** Son peces pequeños que miden de 3 cm. A 10 cm. Con un peso que oscila entre 1.5 gr. A 20 gr.
- d. **Juvenil.-** Son peces que miden de 10 cm. A 15 cm. Cuyo peso es generalmente de 20 gr. A 100 gr.
- e. **Comercial.-** Es la etapa especial, donde los peces han recibido el proceso de engorde para ser comercializados, estos miden 15 cm. A 22 cm. Con un peso de 100 a 200 gr.

Hábitat: El hábitat natural de la trucha son los ríos, lagos y lagunas de agua frías, limpias y cristalinas; típicas de los ríos de alta montaña. La “trucha arco iris” prefiere las corrientes moderadas y ocupa generalmente los tramos medios de fondos pedregosos y de moderada vegetación. Son peces de agua frías, aunque el grado de tolerancia a la temperatura es amplio, pudiendo subsistir a temperaturas de 25°C durante varios días y a límites inferiores cercanos a la congelación. (Blanco, 1995)

Distribución: En el Perú se distribuye en casi todos los ambientes dulce acuícolas de la sierra, al haberse adaptado a los ríos, lagunas y lagos de las zonas alto andinas. Su distribución en los ríos se halla continuamente alterada por su gran movilidad, pues migran de una zona a otra, dependiendo de la estación del año, estadio biológico, de las horas del día, del tipo de alimento, épocas de reproducción, etc. (Blanco, 1995)

Características de los reproductores

- Es desovante total, su reproducción ocurre entre los meses de mayo a agosto.
- Alcanza su madurez sexual y por consiguiente su primer desove a un promedio de 2 años de edad.

- La incubación dura entre 30 a 31 días a un óptimo de 10°C de temperatura.
- El estado larvario tiene la duración de 1 mes.
- En ambientes naturales de buen nivel trófico y en condiciones de estabulación con un manejo adecuado las hembras producen 1000 óvulos /0.5 kg de peso corporal.
- En condiciones de crianza intensiva y un manejo adecuado en el proceso, alcanza un primer tamaño comercial entre 18 a 20 cm. con un peso corporal entre 200 a 250 gr.
- Una característica saltante es que los reproductores al madurar sexualmente llegan a diferenciarse en las siguientes características:

Cuadro 02: Dimorfismo sexual de los reproductores

DIMORFISMO	MACHO	HEMERA
Boca y mandíbula	Grande y puntiaguda	Pequeña y redondeada
Dientes	Agudos	No muy agudos
Musculatura	Dura	Suave
Abdomen	Duro	Más blanda
Poros genital	No prominente	Prominente
Color nupcial	Muy negruzco	Normal
Ancho de cuerpo	Angosta	Ancha

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

- En su anatomía externa como ocurre en todos los salmónidos, se observa la presencia de una pequeña aleta adiposa, situada después de la dorsal.
- A diferencia de algunos otros salmónidos, es una especie unídroma, toda vez que todo su ciclo vital ocurre únicamente en aguas dulces (salinidades de 2 a 3 por mil) no requiriendo de agua salobre o salada para ninguna fase de este ciclo vital.
- Su régimen alimenticio es carnívoro por lo que anatómicamente posee un estómago de tipo tubular.

TAXONOMIA

Reino: Animalia

Sub Reino: Metazoa

Phylum: Chordata

Sub Phylum: Vertebrata

Clase: Osteichthyes

Sub Clase: Actinopterygii

Orden: Isospondyli

Sub Orden: Salmoneidei

Familia: Salmonoidae

Género: Oncorhynchus

Especie: **Oncorhynchus mykiss**

Nombre Vulgar: "Trucha arco iris"

Fuente: Thompson & Gale. (2003).

1.9. Marco conceptual

Monosexo: Individuos que presentan o son de un solo sexo, bien puramente macho o puramente hembras, Puede entenderse también, estabulación de pura hembras o de puro machos.

Reversión sexual: Es prácticamente cambio de sexo, de macho a hembra o viceversa según convenga al productor. La reversión sexual se consigue generalmente por tratamiento hormonal.

Poliploidía: Numero o cantidad superior a la diploidía (2n), en términos de piscicultura, la prole poliploide puede ser estéril o bien con hegemonía de determinado sexo.

Shock térmico: Cambio repentino o brusco de temperatura aplicado con la finalidad de interferir en el numero de cromosomas para conseguir prole hibrida o estéril, **Bernabé G.1999.**

Hibridación: Técnica referida al cruzamiento de dos especies diferentes y cuyo resultante son individuos estériles, esta técnica es utilizado tanto para el

incremento de carne y resistencia a ciertas enfermedades, además se aplica a especies que son muy prolíficas. **Arrigñón, J. 1979.**

CAPITULO II: AREA DE ESTUDIO

2.1. Ubicación

Las instalaciones de la Piscigranja de Pumahuanca se hallan ubicadas:

Políticamente:

Región: Cusco

Provincia: Urubamba

Distrito: Urubamba

Comunidad: Pumahuanca

Sector: Pumahuanca

Geográficamente

La localidad de Pumahuanca se ubica a 5.40Km al Nor- Oeste de la ciudad de Urubamba, con las siguientes coordenadas UTM:

Zona : 18S

Norte : 8530549m

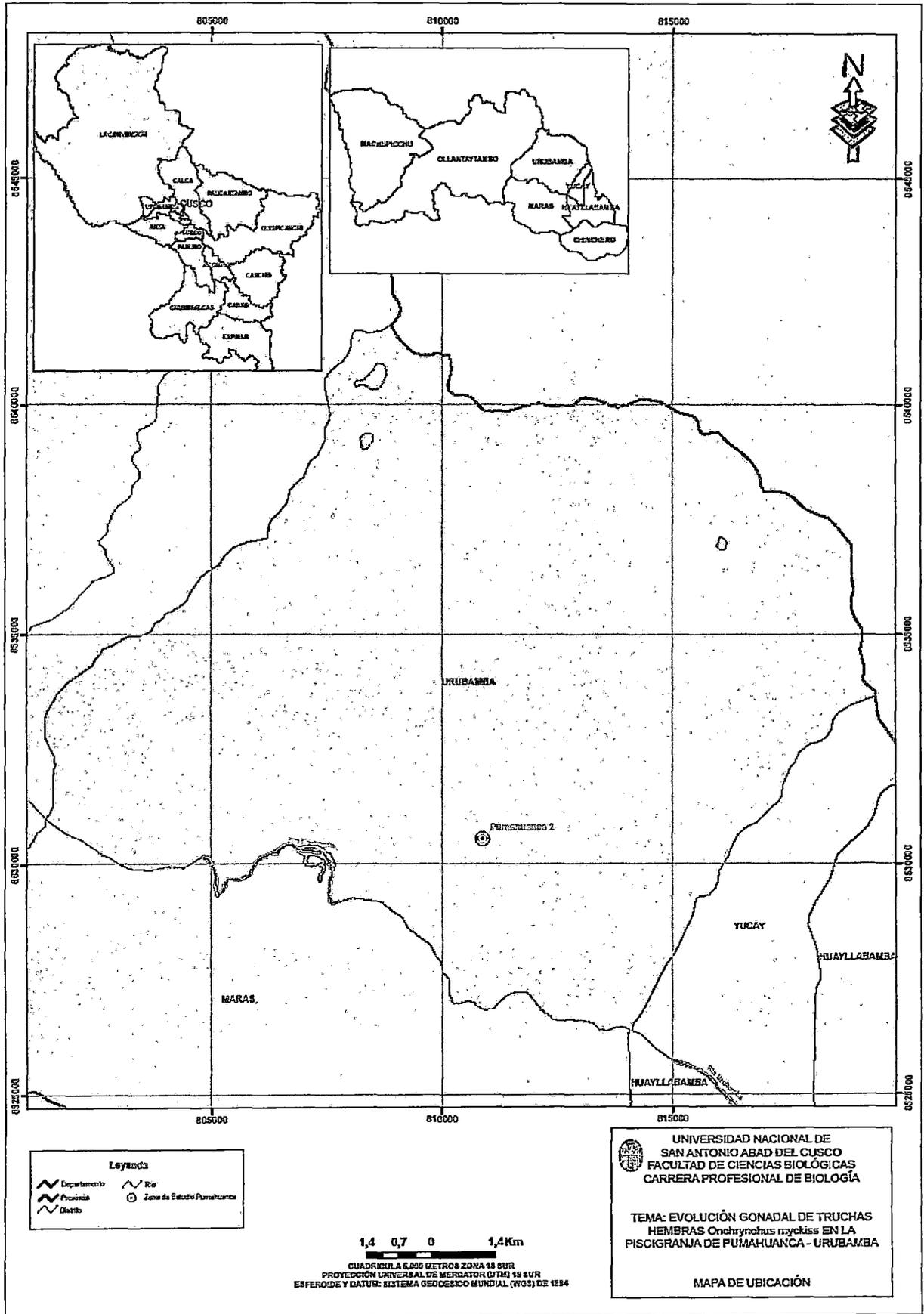
Este : 810887m

Altitud : 3091m

2.2. Accesibilidad

La accesibilidad a las instalaciones de la Piscigranja, es a través de una trocha carrozable, en dirección noreste de la ciudad de Urubamba, a una distancia aproximadamente de 5.5 Km.

Mapa de ubicación



2.3. Clima

El Distrito de Urubamba en el área comprendido del presente Diagnóstico, presenta un clima templado húmedo durante los meses de Diciembre a Abril (temperatura que varía entre 12°C a 18 °C) y frígido a templado seco durante los meses de Mayo a Noviembre (temperatura que varía entre los 8°C a 23°C en la parte del valle y frígido en las comunidades alto andinas), en el recorrido de la cuenca del Vilcanota, y en la parte alta el clima es frígido y húmedo durante gran parte del año; sin embargo existen pequeñas variaciones según la topografía, altitud, estaciones del año, etc., consideradas estas como variaciones micro climáticas.

- **Temperatura del distrito de Urubamba**

Temperatura máxima : 28°C (parte baja), 20 °C (parte alta).

Temperatura media : 18°C (parte baja), 12°C (parte alta).

Temperatura mínima : 9.2°C (parte baja), -6°C (parte alta).

Fuente: Estrada B. Salinova 2012

- **Precipitación pluvial del distrito de Urubamba**

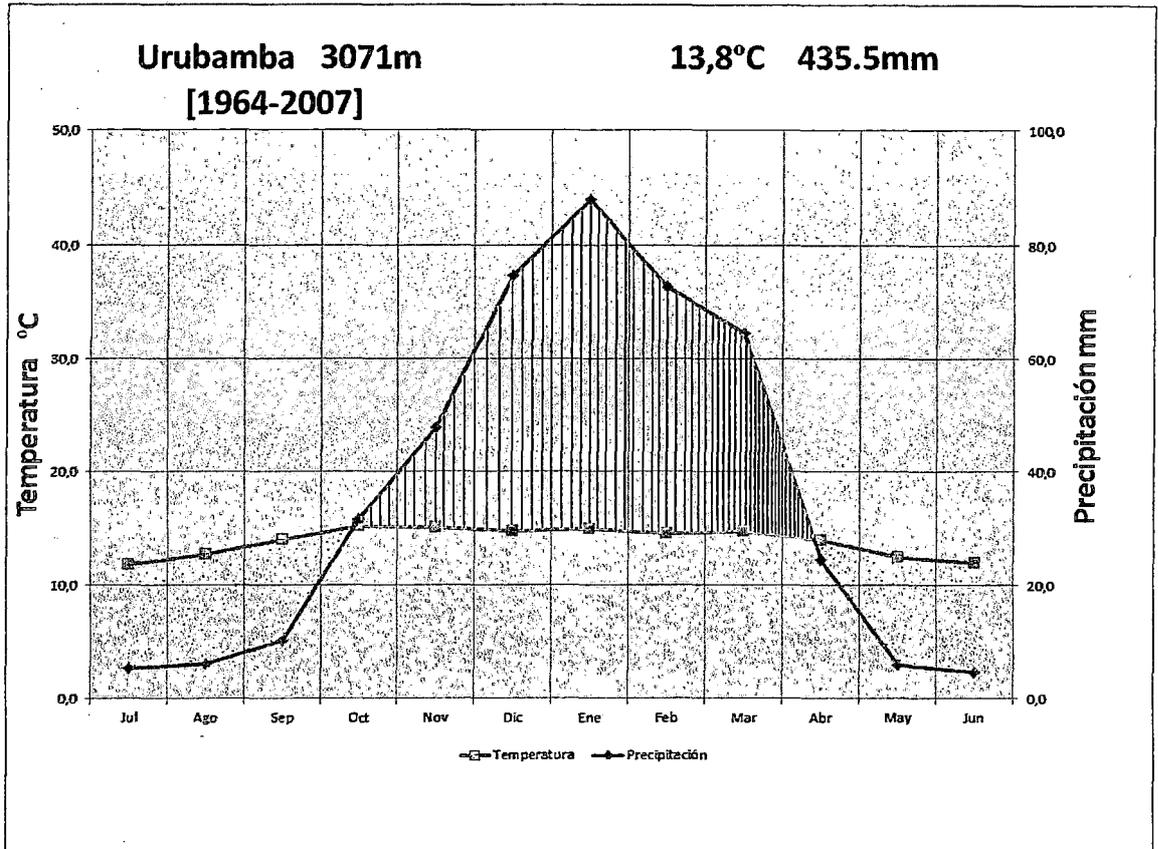
Precipitación total anual esta en el rango de 400 a 900mm.

Cuadro 03: Registros de precipitación y temperatura de la zona de estudio (Amesquita M, S. 2011), SENHAMI 2012.

MES	PRECIPITACIÓN · TEMPERATURA	
	mm	°C
Jul	5.1	11.8
Ago	6.0	12.7
Sep	10.1	13.9
Oct	31.4	15.1
Nov	47.8	15.0
Dic	74.7	14.7
Ene	87.9	14.9
Feb	72.7	14.5
Mar	64.6	14.7
Abr	24.6	14.0
May	6.0	12.5
Jun	4.6	11.9

Fuente: Estación Urubamba-SENHAMI 2012

Gráfico 01: Climatodiagrama de la Localidad de Urubamba



Fuente propia

Como se puede apreciar en este diagrama la precipitación va desde el mes de Octubre a Abril, teniendo una precipitación promedio anual de 435.5mm, mientras que los meses de secas se da desde mediados de Abril hasta Octubre. En esta zona la precipitación es escasa.

La temperatura presenta un ligero incremento en el mes de Octubre, mientras que hay un descenso en los meses de Junio y Julio.

- **Ubicación hidrográfica del distrito de Urubamba**

El Distrito de Urubamba pertenece a la cuenca del río de Vilcanota territorio de la provincia de Urubamba, que es un tributario principal a la gran cuenca del Urubamba, perteneciente a la vertiente amazónica.

- **Hidrografía del Distrito de Urubamba:**

Cuenca : Río Vilcanota

2.4. Zonas de vida del distrito de Urubamba

La estructura geográfica del área de estudio ha determinado la existencia de seis zonas de vida, para cuya descripción se ha tomado como documento de consulta, la Evaluación de recursos Naturales de la Cuenca del río Vilcanota elaborado por el IMA y los resultados de los trabajos de investigación elaborados en el sitio por el equipo de trabajo conformado para este fin.

Es de puntualizar que el Distrito de Urubamba, existe variaciones micro climáticas muy marcadas, las que se dan especialmente en las sub-cuencas. Es el caso de Pumahuanca que por su configuración topográfica accidentada, presenta microclimas especiales dentro de las micro cuencas de Sut'uc y Phaqqhac, donde se dan cambios muy rápidos y marcados de temperatura, creando las condiciones para la vida de diversidad de flora y fauna que aún falta por estudiar y donde no hay agricultura, salvo en algunos sectores altos con el cultivo de ollucos.

Cuadro 04: Zonas de vida del distrito de Urubamba

Símbolo	Zonas de Vida	Rangos altitudinales m.s.n.m.	Superficie en e área de estudio (Has)	% del área de estudio
NS	NIVAL SUBTROPICAL	> de los 4,800	3550.00	27.67
tp-AS	TUNDRA PLUVIAL ALPINO SUBTROPICAL	4,500 a 5,000	1800.00	14.03
Pmh- SaS	PARAMO MUY HUMEDO SUBALPINO SUBTROPICAL	4,000 a 4,500	550.00	4.28

Cuadro 04: Zonas de vida del distrito de Urubamba (Continuación)

bh-MS	BOSQUE HUMEDO MONTANO SUBTROPICAL	3,500 a 4,000	4,300.00	33.52
ee-MBS	ESTEPA ESPINOSA MONTANO BAJO SUBTROPICAL	2,500 a 3,000	730.00	5.69
e-MS	ESTEPA MONTANO SUBTROPICAL	3,000 a 3,500	1900.00	14.81
Total			12830.00	100.00

Fuente: Municipalidad Distrital de Urubamba, 2007.

De acuerdo con el Mapa Ecológico elaborado por la ONERN (1976) y basado en las zonas de Vida de Holdrige, se tiene:

e-MS: Estepa Montano Subtropical:

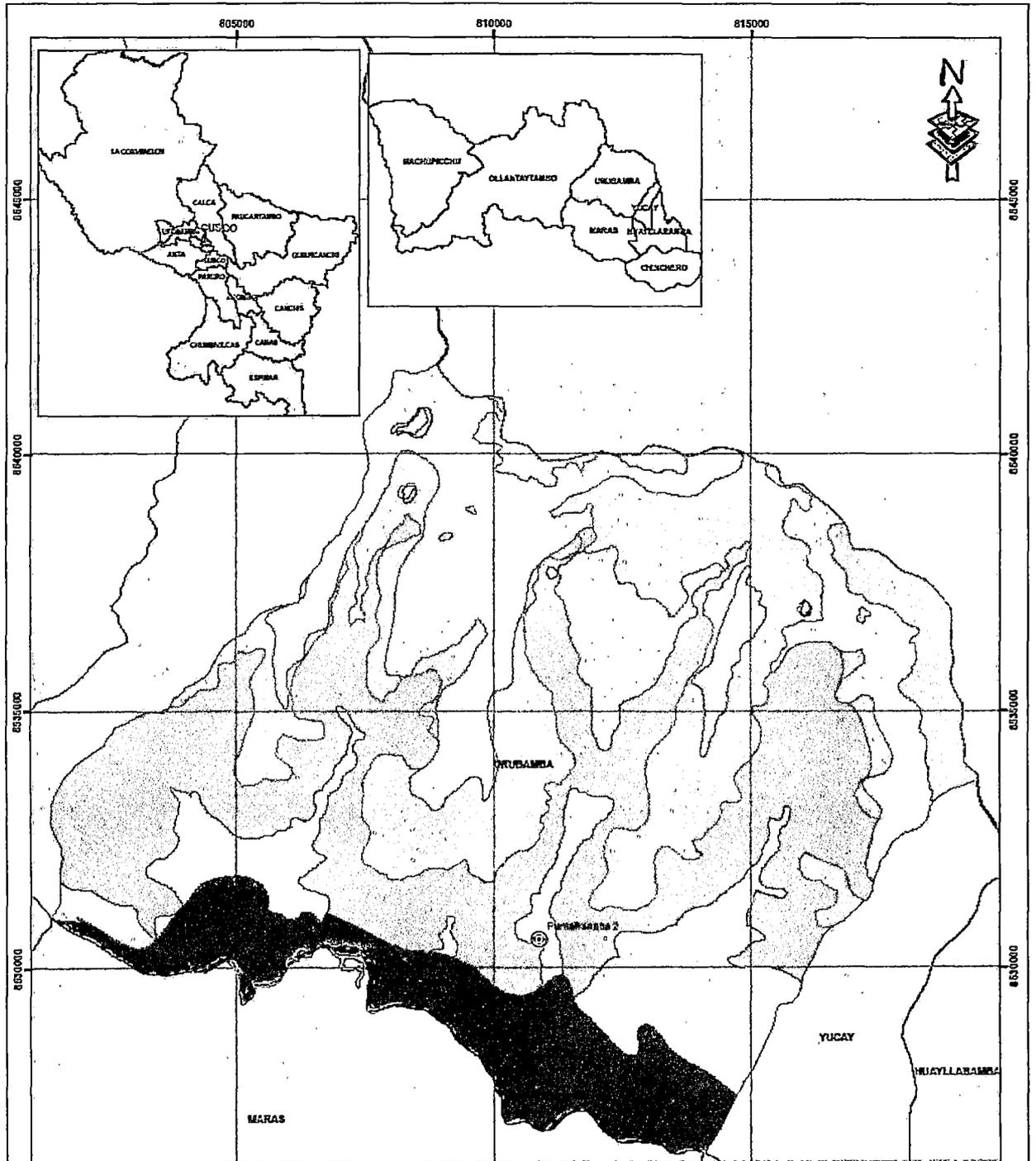
En la Estepa Montano Subtropical (e-MS) la bio-temperatura media anual máxima es de 11.3 °C y la media anual mínima, de 7.1°C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 666.9 mm y el promedio mínimo de 226.5mm.

Cuenta con un promedio de Evapotranspiración potencial total por año variable entre 1 y 2 veces la precipitación.

Se presenta en todo recorrido del río Vilcanota. Se halla ocupando las terrazas y laderas de esta zona del río Vilcanota y bordeando la zona de vida Estepa Espinoso Montano Bajo Subtropical. Varía entre los 2800 a 3500 m.s.n.m.

La vegetación natural ha sido desplazada por el uso agrícola de los suelos, donde se practica agricultura bajo riego en terrazas aluviales.

Mapa de Zonas de Vida



2.5. Medio Biológico

- **Flora**

Las formaciones vegetales en la cuenca de Pumahuanca presentes en los alrededores de la piscigranja de Arariwa son como se detalla:

- Flora exótica: son las plantaciones forestales cuya especie representativa es *Eucalyptus globulus*, distribuidos de manera escasa, sin formaciones boscosas a lo largo del trecho carrozable que comunica a la piscigranja.
- Matorral Arbustivo, está distribuido densamente en la margen derecha de la cuenca de Pumahuanca.
- Pastizal.- En la parte izquierda de la piscigranja desde las faldas del cerro colindante a la piscigranja y de distribución altitudinal se encuentran estas formaciones vegetales compuestas por la especie dominante *Festuca dolichophylla*.

Escenicamente se observa el paisaje florístico que evidencia presencia de especies cultivadas y silvestres:

A lo largo de la cuenca del Pumahuanca a ambos márgenes se encuentra la especie más abundante *Alnus acuminata* (aliso) y otras especies como:

- *Eucalyptus globulus* (Eucalipto)
- *Escallonia resinosa* (Chachacomo)
- *Cantua buxifolia* (Qantu)
- *Barnadesia horrida* (Llaulli)
- *Colletia spinosissima* (Roqe)
- *Berberis boliviana* (Cheqche)
- *Senna birostris* (Mutuy).
- *Citharexylum herrerae* (Huayruro cusqueño)
- *Baccharis* sp (Chilca)
- *Senecio peruensis*
- *Styloceras laurifolia*
- *Corryocactus squarrosus*

- *Berberis carinata*

Fuente: Tupayachi A. 2005, Flora de la Cordillera de Vilcanota.

Fauna representativa

La fauna concerniente a la sub cuenca está determinada por la variabilidad topográfica y climática que presenta el área, a continuación se indica la fauna más representativa:

- *Nothoprocta pentlandi* (Llutu)
- *Dusicyon culpaeus* (Zorro andino)
- *Phalcoboenus megalopterus* (Alqamari)
- *Falco sparverius* (Quillinchu)
- *Buteo polyosoma* (Aguilucho)
- *Mustela frenata*

Fuente: Servat G.P 2002, Flora y Fauna de cuatro bosques del Vilcanota)

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1. Materiales

Material biológico

El material biológico constó de 48 truchas arco iris, 8 individuos por mes evaluado, cuyos pesos fluctuaron de 200 g, 350 g y de 500 gramos.

Este material corresponde a lo estabulado en la piscigranja Pumahuanca, se utilizó también ejemplares de la misma especie, procedentes de la piscigranja Zambrano, localizada en la misma zona (distante 2 Kilómetros de la piscigranja Pumahuanca), en cuyas instalaciones la estabulación es mixta y el recurso hídrico utilizado es el mismo que sirve a la piscigranja Pumahuanca

Materiales de campo y laboratorio

a) Materiales de campo

- Test de análisis de agua
- Libreta de apuntes
- Cámara fotográfica
- Termómetro de canastilla
- Calcales con mallas de media pulgada
- Tinas y baldes de diversas capacidades

b) Materiales de laboratorio

- Ictiómetro
- Balanza con capacidad de 3 kilos
- Bandejas
- Bisturí
- Tijera

c) Infraestructura de campo

- Estanques de cemento, para diversos estadios de trucha; alevinos, juveniles, adultos, Son estanques mellizos, dispuestos en paralelo y el recurso hídrico que los alimenta recorre a lo largo de la cabecera de los estanques

Caracterización de la piscigranja Pumahuanca

- Este es un centro de producción, perteneciente a la Asociación ARARIWA; funciona desde hace 11 años, utilizando como recurso hídrico las aguas del río Pumahuanca, cuya naciente está en las microcuencas denominadas Sut'uc y P'acchac, a más de 5000 m. de altitud. Las microcuencas citadas son parte de la cuenca del Río Pumahuanca. Por estas características de origen, y por su recorrido en pendiente considerable, sus aguas son marcadamente frías, alcanzando un máximo de 12°-13°C en las instalaciones de la Piscigranja.
- Sus instalaciones piscícolas, constituidas por estanques construidos con material noble, están dispuestas o alineadas en paralelo, característica que se justifica por contar con suficiente caudal hídrico, el mismo que corre por la cabecera de los estanques y es derivado independientemente a cada uno de ellos, permitiendo así el manejo autónomo de cada estanque.
- Sus 04 estanques para adultos, tienen la condición de "Mellizeros", por cuanto cada 02 de ellos, están unidos o comparten una pared medianera, cuyo ancho, nos parece, no es el más conveniente, por cuanto no permite un desplazamiento cómodo del piscicultor, dificultando así sus trabajos de limpieza y otros de mantenimiento.
- Por otra parte, prácticamente todos los estanques están empotrados en el suelo, condición que también dificulta, el mantenimiento de los estanques, toda vez que los trabajadores encargados de su mantenimiento deben necesariamente entrar en el estanque, pudiendo hacerlo desde afuera si estos ambientes estuvieran construidos sobre la superficie.
- Una observación que no se puede dejar de hacer está referida al suministro de agua, a través de solo un "golpe" o entrada a la cabecera de cada estanque, estos por los largos que tienen deberían estar premunidos de por lo menos 02 golpes o entradas, para posibilitar así una mejor distribución de los ejemplares estabulados en cada estanque.
- El sistema de desagüe de todos y cada uno de los estanques, puede considerarse adecuado, funcionan bien el marco enmallado para evitar

el escape de los peces al momento de vaciar los estanques, igualmente lo hace bien el marco compacto de madera para controlar la profundidad del agua.

- El caudal hídrico que sirve a las instalaciones es suficiente y puede ser incrementado sin mayores dificultades, si las necesidades así lo requieren.
- La calidad hídrica, si bien adecuada en sus diferentes parámetros físico químicos; sin embargo, sus características referidas a Temperatura y Dureza Total no la hacen del todo optima, para un proceso productivo más eficiente.
- El dimensionamiento de los estanques, como determinante de la capacidad instalada del centro piscícola, puede apreciarse en los cuadros siguientes:

Cuadro 05: Área Total de los Estanques para los distintos estadios

DETALLE	ESTADIOS DEL PROCESO DE PRODUCCION			
	ALEVINOS	JUVENIL I	JUVENIL II	ENGORDE
Largo m.	10	18	15	25
Ancho m	1.2	03	03	04
Profundidad m.	0.50	0.80	0.70	0.90
Pendiente %	1	1	1	1
N° de estanques	04	02	02	04
Area estanque m ²	12	54	45	100
Area total	48	108	90	400
AREA TOTAL DE ESTANQUES	646m²			

Fuente: Estrada B. Salinova 2012

En total se tiene 646 m² de estanquería para todo los estadios cultivados, distribuidos en 12 estanques.

Cuadro 06: Volumen Real Total de los Estanques para los distintos estadios

DETALLE	ESTADIOS DEL PROCESO DE PRODUCCION			
	ALEVINOS	JUVENIL I	JUVENIL II	ENGORDE
Largo m.	10	18	15	25
Ancho m	1.2	03	03	04
Profundidad m(Real)	0.85	1	1	1.2
Pendiente %	1	1	1	1
N° de estanques	04	02	02	04
Volumen estanque m ³	10.2	54	45	120
Volumen total m ³	40.8	108	90	480
VOLUMEN REAL TOTAL DE ESTANQUES			719 m³	

Fuente: Estrada B. Salinova 2012

Cuadro 07: Volumen Efectivo Total de los Estanques para los distintos estadios

DETALLE	ESTADIOS DEL PROCESO DE PRODUCCION			
	ALEVINOS	JUVENIL I	JUVENIL II	ENGORDE
Largo m.	10	18	15	25
Ancho m	1.2	03	03	04
Profundidad m(Efectiva)	0.50	0.80	0.70	0.90
Pendiente %	1	1	1	1
N° de estanques	04	02	02	04
Volumen estanque m ³	6	43.3	31.5	90
Volumen total m ³	24	86.6	63	360
VOLUMEN EFECTIVO TOTAL DE ESTANQUES			534 m³	

Fuente: Estrada B. Salinova 2012

3.2. Metodología

3.2.1. Para la calidad hídrica

3.2.1.1. Físicos

- Temperatura

Para el registro de la temperatura se utilizó un termómetro de canastilla con precisión a 1°C.

3.2.1.2. Químicos

Todos los parámetros registrados fueron utilizando el Kit de análisis TEST AQUA BOX de la marca SERA de procedencia alemana, el método de empleo de los reactivos del Test AQUA BOX (Soria E, 2014), utilizados, fueron de la siguiente manera:

- **pH**

Se utilizó 4 gotas en 5 ml de agua, para la entrada y salida de agua, el viraje de color se comparó con la tabla de colores adjunto en el test, cuyo rango fue de 4,5-10

- **Dureza total**

Se utilizó un número de gotas del reactivo en 5 ml de agua y el viraje de color marrón a verde, de acuerdo al número de gotas gastadas, cada número de gotas representa un grado de dureza alemana, para convertir a ppm o mg/l se multiplicó por el factor 17.8, es decir 1° de dureza alemana=17.8 ppm.

- **Alcalinidad**

Se contó las gotas gastadas o usadas para cambiar el color de celeste a amarillo en 5 ml de agua y luego se convirtió a ppm utilizando el mismo factor que la dureza total.

- **OD (Oxígeno disuelto)**

Se usó 6 gotas de cada reactivo 1 y 2 en 30 ml de agua, el viraje de color se comparó con la tabla de colores adjunto en el test cuyo rango fue de 0-9 ppm

- **Nitrito**

Se utilizó 6 gotas de cada reactivo 1 y 2 en 10 ml de agua, el viraje de color se comparó con la tabla de colores adjunto en el test, cuyo rango fue de 0 -5 ppm

- **Amonio-Amoniaco**

Se utilizó de igual manera, 6 gotas de cada reactivo 1, 2 y 3, en 10 ml de agua el viraje de color se comparó con la tabla de colores adjunto en el test, cuyo rango fue de 0 -10 ppm

3.2.2. Para determinar la madurez sexual

Esta evaluación fue realizada en 2 formas o metodologías:

- Por observación directa de los ovarios en cuanto a su tamaño, color y vascularización
- Empleando la escala de madurez sexual de Naier de Buckmann, 1929, para desovantes totales cuyas características son las siguientes:

ETAPAS DE MADUREZ (Escala de Naier de Buckmann)

ETAPA I Virgen: Órganos sexuales muy pequeños, cerca y debajo de la columna vertebral; Testículos y ovarios transparentes, incoloros, hasta grises. Huevos invisibles a simple vista.

ETAPA II Virgen en maduración y recuperación de puesta de huevos: Testículos y ovarios traslucidos, rojo-grisáceo. Longitud: La mitad o poco mas de la mitad de la longitud de la cavidad ventral. Los huevos pueden verse individualmente con la ayuda de una lupa.

ETAPA III En desarrollo: Testículos y ovarios opacos, rojizos, con capilares sanguíneos, ocupan aproximadamente la mitad de la cavidad ventral. Los huevos son visibles a la vista, en forma blanquecina y granular.

ETAPA IV Desarrollo: Testículos blanco-rojizos. No aparecen gotas de lechecillas haciendo presión: Ovarios anaranjados-rojizos. Los huevos se observan claramente; opacos. Los testículos y ovarios ocupan las 2/3 de la cavidad ventral.

ETAPA V Gravidéz: Los órganos sexuales llenan la cavidad ventral. Testículos blancos, gotas de lechecilla caen haciéndolos presión.

Los huevos completamente redondos algunos ya traslucidos y maduros.

ETAPA VI Desove: Huevas y lechecillas se desprenden con muy ligera presión. La mayoría de los huevos traslucidos, con algunos huevos opacos que todavía quedan en el ovario.

ETAPA VII Terminado: No totalmente vacío aun. En el ovario no quedan huevos opacos.

ETAPA VIII Descanso: Los testículos y el ovario vacíos y rojo. Unos pocos huevos en el estado de reabsorción.

Fuente: Alvites Ruesta W. 1990, Ictiología, guía de prácticas.

Para la evaluación de la madurez sexual por observación directa

La evolución de madurez sexual evaluada con la escala de Naier de Buckmann fué completada con una forma de evaluación mas, de carácter práctico que describe los siguientes parámetros.

- Vascularización de las gónadas.- A más inmadurez sexual mayor vascularización de las gónadas.
- Coloración de las gónadas.- Inicialmente testículos y ovarios aparecen blanquecinos y opacos y conforme avanza la madurez esas estructuras tienden a ser blanquecinos brillantes en el caso de los testículos y los ovarios en conjunto aparecen de un color anaranjado semejando gajos de fruto de naranja.
- Tamaño de la gónadas.- Al inicio de la gametogénesis testículos y ovarios aparecen de un tamaño reducido circunscrito al tercio anterior de la cavidad pero conforme avanza la maduración las gónadas se alargan y al momento del desove prácticamente están extendidas a lo largo de toda esa cavidad.
- Cuando se procede al masaje abdominal de desove y las gónadas todavía están inmaduras, los productos sexuales (óvulos y semen) fluyen con algún signo o muestra de sangre, situación q no se da cuando están completamente maduras y dispuestas al desove.

Para la evaluación del desarrollo (Incrementos de talla y peso)

Para esta finalidad se tomaron al azar, los ejemplares estabulados en los estanques de Pumahuanca, igual procedimiento se observó para la piscigranja Zambrano.

En ambos casos se procedió IN SITU el registro de pesos y tallas los mismos que posteriormente sirvieron para el tratamiento estadístico en gabinete.

3.2.3. De la evaluación de incremento de tallas y pesos

Se realizó de forma mensual, talla en cm y el peso en gramos, estos datos obtenidos fueron luego procesados para el tratamiento estadístico

3.2.4. Para el Factor de condición (K)

Califica o evalúa el grado de bienestar o vitalidad de cada ejemplar de salmónido. En este caso nos servimos de la formula de Fulton:

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

Dónde:

K= Factor de condición

P= Peso en gramos

L³ = Longitud en cm o en ml

n = Potencia que se emplea en función de la medida de longitud, si esta en cm es; n= 100 y si esta en ml es n= 100 000.

3.2.5. Tratamiento estadístico

- Las variables de peso y talla con sus respectivos registros correspondientes a cada muestreo, han sido ordenados en los cuadros de Distribución de Frecuencias formulados siguiendo el modelo de Sturge que considera las siguientes secuencias.

Numero de intervalos de clase (m)

$$m = 1 + 3,322 (\log n)$$

Rango (R)

$$R = M - m$$

Amplitud de intervalos (C)

$$C = R / m$$

Para evaluar la tendencia a la homogeneidad o heterogeneidad de pesos y tallas, se utilizó la formula correspondiente al coeficiente de variabilidad (CV).

Coeficiente de Variabilidad (C.V):

$$CV = \frac{Sx}{\bar{x}} \times 100\%$$

Dónde:

C.V = Coeficiente de variabilidad

Sx = Desviación estándar de la muestra

\bar{x} = Promedio muestral

El resultado se interpretó de acuerdo a la siguiente escala:

Cuadro 08: Carácter de CV

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

Fuente: Reyes Castañeda 1990, Bioestadística aplicada

- Para la evaluación del desarrollo con los datos de peso y talla se aplicaron las pruebas estadísticas correspondientes a una **Asociación de Variables** a través de pruebas de **Regresión Lineal**, considerando como variable independiente la talla y variable dependiente el peso,

Habiéndose determinado los siguientes parámetros, a partir de la ecuación general de la recta:

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

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 un momento dado.

Para hallar los valores correspondientes a; (b) y (a), se desarrollaron las siguientes fórmulas:

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

Para a :

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

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

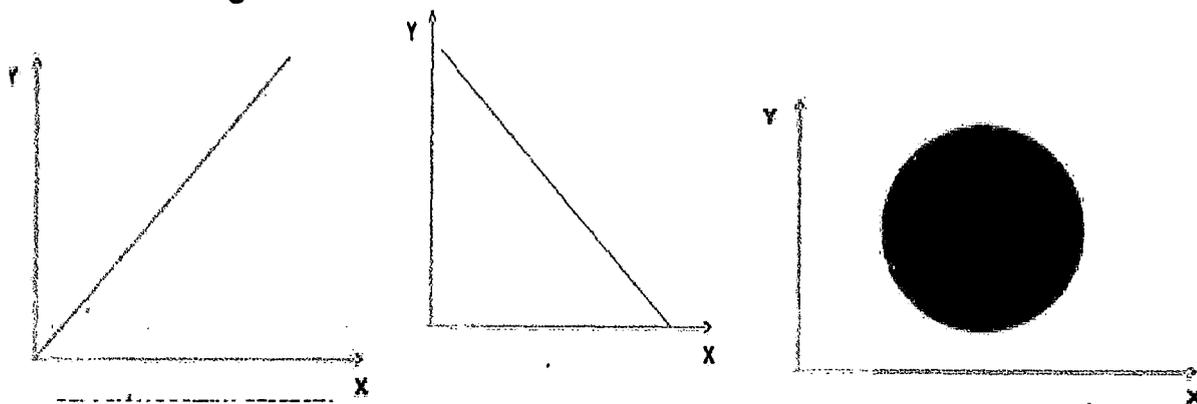
$$r = \frac{\sum XY}{\sqrt{(\sum X^2) \cdot (\sum Y^2)}}$$

Coeficiente 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:

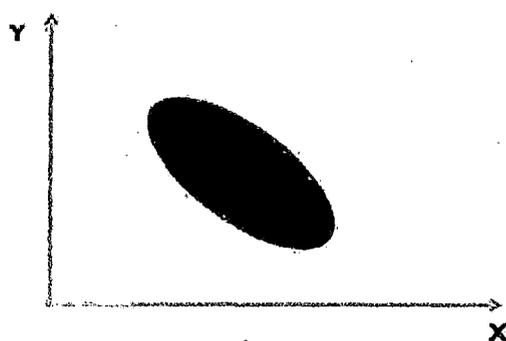
Gráfico 02: Diagrama de correlación



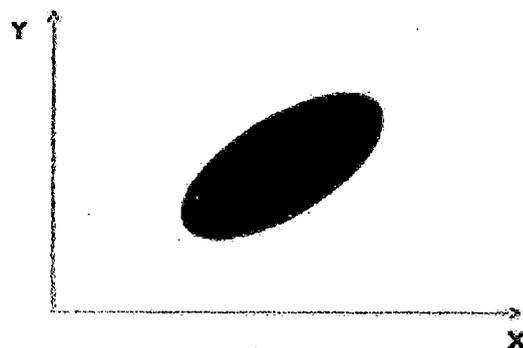
Relación positiva perfecta
 $r=1$

Relación negativa perfecta
 $r=-1$

No existe relación $r=0$



Relación Negativa $r < 0$



Relación positiva $r > 0$

Fuente: Reyes Castañeda 1990

Cuadro 09: Rangos de correlación

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

Para establecer las posibles igualdades o diferencias entre los promedios muestrales se aplicó 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);

$$W = q_{\alpha}(a, gl \text{ error}) \sqrt{(CM_{error}/n)}$$

Donde:

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 = Tamaño de muestra, para muestras de igual tamaño.

3.2.6. Secuencia de actividades

La investigación se realizó de acuerdo al siguiente orden de actividades:

1. Fueron 6 visitas mensuales a la piscigranja de ARARIWA y 1 visita a la Piscigranja del Sr. Zambrano, y en cada visita se procedió primero al análisis Físicoquímico del agua
2. En cada visita se procedió a capturar al azar en el estanque, los ejemplares (todas hembras en ARARIWA y mixto en Zambrano) allí estabuladas, utilizando un calcal con mallas de $\frac{1}{2}$ pulgada.
3. Los ejemplares así obtenidos fueron inmediatamente medidos utilizando, un ictiómetro de 50 cm, con precisión a 1 milímetro.
4. En el mismo acto se procedió a pesar cada ejemplar en una balanza digital de 3 kilos de fuerza con precisión a 1 gramo.
5. Registrados tallas y pesos, se procedió abrir con un bisturí la cavidad abdominal para observar las gónadas (ovarios) en sus aspectos de tamaño, color y vascularización.
6. En seguida se extrajo los ovarios para evaluarlos de acuerdo a las características por grados que establece la tabla de Naier de Buckmann.
7. Cumplida esta evaluación, las gónadas fueron conservadas en formol al 10%.
8. Los datos biométricos obtenidos fueron motivo del tratamiento estadístico en gabinete.
9. Se realizó 6 visitas con frecuencia mensual.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. De la calidad hídrica

La calidad hídrica se mantuvo constante durante el proceso de investigación.

4.1.1. Físico

- **Temperatura**

La temperatura osciló entre 9 a 11°C, una temperatura optima para la maduración de las gónadas y para la incubación de ovas.

En cuanto a la Piscigranja Zambrano la temperatura fue de 12°C que fluctuó entre 1-2 °C de diferencia, debido a que la captación de agua para los estanques es directamente del rio, en la parte más baja de la piscigranja de Pumahuanca.

Los valores de temperatura que registra Estrada B, S. en el seminario de investigación "POTENCIALIDAD DE PRODUCCION INTENSIVA DE TRUCHA ARCOIRIS EN LA PISCIGRANJA PUMAHUANCA, URUBAMBA-CUSCO" es de 13-14°C, al parecer como registros correspondientes a los meses de mejor temperatura, entre setiembre y diciembre, en cambio nuestro registro corresponde mayormente a temperaturas de las estaciones Otoño-Invierno (Abril-Agosto), situación que justifica la diferencia.

La diferencia de 0,5 a 1°C entre la entrada de agua al estanque y la salida (desagüe), se debe al estancamiento del agua en el estanque y la consiguiente radiación solar sobre esa masa de agua, que llega a elevar la temperatura.

4.1.2. Químico

- **pH**

Con un registro de 7 a la entrada de los estanques y de 7,5 en los desagües, el incremento de 0,5 de pH es debido sobre todo a la presencia de algas en las paredes laterales de los estanques.

En el seminario de investigación de Estrada B,S, se determinó un pH de 6,5 a 7,2, siendo ligeramente distinto a los resultados encontrados al realizar el

presente trabajo, estos valores se encuentran dentro de lo permisible para la crianza de truchas, y en todo caso son variaciones propias de la dinámica de los recursos hídricos.

- **Dureza total**

Los valores se encuentran dentro del rango de 53,4 a 71,2 ppm, similares a los resultados de Estrada B,S. y a la Dirección Regional de la Producción (DIREPRO), estos parámetros de agua le da un carácter blando y esto repercute en el crecimiento de las truchas estabuladas, aspecto que se manifiesta retardado, debido a que tal dureza no coadyuvan a una osificación adecuada de los peces, lo que a su vez determina un crecimiento con poca intensidad.

- **Alcalinidad**

Los valores de alcalinidad se encontraron entre 35,6 ppm como mínimo y como máximo en 106,8 ppm en el mes de abril y en la piscigranja Zambrano la alcalinidad se encontró en 35,6 ppm (mes de setiembre), los valores evaluados durante cada visita se encuentran dentro de las condiciones optimas para el cultivo de truchas.

- **OD (Oxigeno disuelto)**

En todas las evaluaciones se encontraron con valores óptimos que fueron de 8,5 -9,5 ppm en la entrada del agua al estanque y en el desagüe entre 8 – 8,5 ppm, esta diferencia es debido al consumo de este gas por los peces y debido también a la respiración bacteriana en la degradación de detritus, excrementos, restos de alimentos no consumidos y demás materiales orgánicos en descomposición.

- **Nitrito**

No se encontró este compuesto en todas los análisis químicos del agua, monitoreado durante los meses Marzo-Agosto, esto indica que la calidad del agua en este aspecto se encontró en condiciones optimas para la

producción intensiva de truchas, esto debido a que la concentración de nitrito no debe ser superior a 0,055 ppm CEDEP, Antamina (Manual de crianza de trucha 2006).

En cuanto al estanque usado como testigo (Piscigranja Zambrano) se encontró con un valor de 0,5 ppm no afectando en mucho la sanidad de las truchas, pero esto indica un mal manejo de dicha piscigranja, la presencia de nitrito indica un mal intercambio de agua y malas condiciones de higiene.

- **Amonio-Amoniaco**

En todos los análisis químicos estuvo ausente, indicando que, en este aspecto la calidad hídrica se encuentra óptima, CEDEP, Antamina en el **Manual de Crianza de Trucha, 2006**, indica que la concentración mayor a 0,02 ppm es perjudicial para la producción intensiva de truchas y más aún para la incubación de ovas.

Cuadro 10: Principales parámetros físico-químicos analizados (ARARIWA)

MES DE MARZO		
PARAMETRO	ENTRADA	SALIDA
pH	7	7,5
DUREZA (ppm)	71,2	71,2
ALCALINIDAD (ppm)	35,6	35,6
OD (ppm)	9	8
Nitrito (ppm)	0.0	0.0
Amonio-amoniaco (ppm)	0.0	0.0
T°C	11	11

Fuente: Datos propios

En los valores determinados para la dureza total, se ve que se trata de aguas blandas (Blanco, 1995) característica que si bien no influye en la sobrevivencia de los peces, constituye una limitante para el crecimiento más acelerado de los ejemplares estabulados, por esta razón, la dureza total mínima requerida para una crianza intensiva es de por lo menos, 200 – 250 ppm.

Cuadro 11: Parámetros físico-químicos (ARARIWA)

MES DE ABRIL		
PARAMETRO	ENTRADA	SALIDA
pH	7	7,5
DUREZA (ppm)	71,2	71,2
ALCALINIDAD (ppm)	35,6	35,6
OD (ppm)	9,5	8
Nitrito (ppm)	0.0	0.0
Amonio-amoniaco (ppm)	0.0	0.0
T°C	10	11

Fuente: Datos propios

Durante este mes (mes de las últimas lluvias), los valores se encontraron algo similares al mes de marzo, a excepción la alcalinidad que se encontraron en valores altos con relación a los otros meses, causados por factores externos no determinados.

Cuadro 12: Parámetros físico-químicos (ARARIWA)

MES DE MAYO		
PARAMETRO	ENTRADA	SALIDA
pH	7	7,5
DUREZA (ppm)	53,4	53,4
ALCALINIDAD (ppm)	35,6	35,6
OD (ppm)	9,5	8,5
Nitrito (ppm)	0.0	0.0
Amonio-amoniaco (ppm)	0.0	0.0
T°C	10	10

Fuente: Datos propios

Los valores hídricos, en cuanto a alcalinidad se encontraron por muy debajo del mes de Abril pero similar a lo determinado en el mes de Marzo, en cuanto a la dureza total, se encontró por debajo de los meses anteriores.

Cuadro 13: Parámetros físico-químicos (ARARIWA)

MES DE JUNIO		
PARAMETRO	ENTRADA	SALIDA
pH	7	7,5
DUREZA (ppm)	71,2	71,2
ALCALINIDAD (ppm)	35,6	35,6
OD (ppm)	9	8,5
Nitrito (ppm)	0.0	0.0
Amonio-amoniaco (ppm)	0.0	0.0
T°C	9	10

Fuente: Datos propios

La dureza total, la alcalinidad, el pH y el OD, se encontraron muy similar al del mes de Marzo, en cuanto a la temperatura, fue menor a los anteriores meses en 1-2 grados de diferencia, esto porque en este mes se inicia la estación de heladas (invierno).

Cuadro 14: Parámetros físico-químicos (ARARIWA)

MES DE JULIO		
PARAMETRO	ENTRADA	SALIDA
pH	7	7,5
DUREZA (ppm)	53,4	53,4
ALCALINIDAD (ppm)	35,6	35,6
OD (ppm)	8,5	8
Nitrito (ppm)	0.0	0.0
Amonio-amoniaco (ppm)	0.0	0.0
T°C	9,5	10

Fuente: Datos propios

Los valores físico químico durante este mes fueron muy similares a los meses de Mayo-Junio, en cuanto al OD hubo una disminución de 0,5 ppm y la temperatura un aumento de 0,5°C con respecto al mes de junio. Este decremento en el OD y el incremento en la temperatura justifica la relación inversa que existe entre la temperatura y OD.

Cuadro 15: Parámetros físico-químicos (ARARIWA)

MES DE AGOSTO		
PARAMETRO	ENTRADA	SALIDA
pH	7	7,5
DUREZA (ppm)	53,4	53,4
ALCALINIDAD (ppm)	35,6	35,6
OD (ppm)	9	8,5
T°C	10	10,5

Fuente: Datos propios

Los valores físico químicos fueron similares a los anteriores meses, en cuanto a temperatura se observa un incremento de 0,5°C con respecto al mes de julio.

Cuadro 16: Parámetros físico-químicos (Testigo)

Piscigranja ZAMBRANO (Setiembre)		
PARAMETRO	ENTRADA	SALIDA
pH	7,5	8
DUREZA (ppm)	53,4	53,4
ALCALINIDAD (ppm)	35,6	35,6
OD (ppm)	7,5	6
Nitrito (ppm)	0.0	0.5
Amonio-amoniaco (ppm)	0.0	0.0
T°C	12	12

Fuente: Datos propios

En la piscigranja Zambrano, la dureza total y alcalinidad son muy similares a los de la piscigranja Pumahuanca, en cambio se observa una diferencia de OD entre 1-2 ppm, esto obedece al incremento de la temperatura que se determinó en 12°C, la concentración de OD es inversamente proporcional al incremento de temperatura, es decir a medida que aumenta la temperatura la concentración de OD decrece. A esta situación también concurre el hecho que en esta piscigranja el caudal del agua que ingresa a cada estanque es menor de los que se observa en la piscigranja de Pumahuanca.

Cuadro 17: Calidad hídrica con parámetros físico-químicos para la crianza intensiva de trucha.

PARAMETRO	OPTIMO
pH	Óptimo 7.5 – 8.5 Tolerable 6,5 – 8
Dureza total	300 ppm
Alcalinidad	20 - 200 ppm
Amonio	<0.02 ppm
Amoniaco	<0.02 ppm
Nitrito	0.055 ppm
OD (Oxígeno disuelto)	Óptimo 7.5 - 8.5 ppm
Temperatura °C	9 - 11°C para reproducción 15 - 16°C para crecimiento y engorde

Fuente: Manual de Crianza para Trucha, 2009, CEDEP

Los valores consignados corresponden a informaciones acopiadas en centros piscícolas y piscicultores de experiencia en la producción intensiva de trucha arco iris.

Comparando los valores de la calidad hídrica, obtenidos durante los meses Marzo-Agosto en la piscigranja Pumahuanca, con esta tabla, todos los parámetros a excepción de la dureza total (de los meses Mayo, Julio y Agosto), se encuentran dentro de lo óptimo. En cuanto a la temperatura, el valor indica una temperatura óptima para la incubación y no así para la estabulación de crecimiento y engorde.

En cuanto a la piscigranja Zambrano se encuentra de igual manera en condiciones óptimas para el cultivo de truchas, a excepción de la dureza total de 53,4 ppm, (pero este valor es tolerable por las truchas) y la temperatura indicada de 14°C, no llega al óptimo para el crecimiento y engorde de truchas.

La calidad hídrica en cuanto a temperatura y dureza total, tanto en la piscigranja de Pumahuanca (ARARIWA) como en la piscigranja de Zambrano, no son los ideales para la estabulación para crecimiento y engorde (Estrada, S. 2012), la temperatura ideal se encuentra entre 14-16°C y dureza total 80-300 ppm (Blanco, 1984), aunque el crecimiento y engorde en ambos casos son lentos.

4.2. De la evaluación de pesos, tallas, madurez sexual y factor de condición (K)

Cuadro 18: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Marzo)

MARZO					
n	TALLA (cm)	PESO (g)	G.M	EVOLUCION GONADAL	K
1	28,8	235	III	S	0,98
2	28	240	III	A	1,09
3	30,2	270	III	S	0,98
4	27,5	225	III	S	1,08
5	25,8	220	III	A	1,28
6	29	250	II	S	1,03
7	27,5	230	III	S	1,11
8	28,2	245	III	S	1,09

Fuente: Datos propios

S = Maduración Sincrónica

A = Maduración Asincrónica

El factor de condición en los peces recolectados este mes fue de buena calidad de acuerdo a la fórmula de Fulton, en cuanto al Grado de Madurez se determinó en la etapa III en desarrollo en mayor porcentaje testículos y ovarios opacos y rojizos con capilares sanguíneos, la evolución gonadal se determinó en una evolución sincrónica, es decir tanto las gónadas derecho é izquierdo presentaron la misma longitud y peso.

Cuadro 19: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Abril)

ABRIL					
n	TALLA (cm)	PESO (g)	G.M	EVOLUCION GONADAL	K
1	25,5	215	II	A	1,30
2	29,5	272	IV	S	1,06
3	29,8	315	III	S	1,19
4	28,5	260	III	S	1,12
5	28,5	285	IV	S	1,23
6	31,8	295	III	S	0,92
7	27,4	245	III	A	1,19
8	27,0	260	III	A	1,32

Fuente: Datos propios

El grado de madurez, en los peces colectados durante este mes, los órganos sexuales se encontraron en la etapa I y II es decir los órganos sexuales

pequeños y en proceso de maduración, con una coloración opaca, rojo-grisáceo; en cuanto al factor de condición los peces se encontraron dentro de una buena calidad. La evolución gonadal se determinó por peso y tamaño en una evolución sincrónica en 5 individuos y 3 con maduración asincrónica.

Cuadro 20: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Mayo)

MAYO					
n	TALLA (cm)	PESO (g)	G.M	EVOLUCION GONADAL	K
1	33	390	III	S	1,09
2	34,5	410	IV	S	1
3	34	415	III	S	1,06
4	35	445	IV	S	1,04
5	34	480	IV	S	1,22
6	36	495	IV	S	1,06

Fuente: Datos propios

El factor de condición en los peces colectados durante este mes fue de buena calidad.

Cuadro 21: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Junio)

JUNIO					
n	TALLA (cm)	PESO (g)	G.M	EVOLUCION GONADAL	K
1	32,5	397	III	S	1,16
2	31	376	IV	S	1,26
3	34,5	437	IV	S	1,06
4	33	469	V	S	1,31
5	34,8	488	V	S	1,16
6	33	383	IV	S	1,07

Fuente: Datos propios

El GM en los peces colectados durante este mes se encontró en la etapa de III-V, es decir los órganos sexuales en desarrollo a completamente desarrollados con huevos completamente redondos algunos ya traslucidos y maduros, en cuanto al factor de condición los peces se encontraron en condiciones de calidad, buena, similares a los peces colectados durante los meses anteriores.

Cuadro 22: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Julio)

JULIO					
n	TALLA (cm)	PESO (g)	G.M	EVOLUCION GONADAL	K
1	28	215	V	S	0,98
2	28	220	V	S	1
3	30	245	VI	S	0,91
4	30	230	VI	S	0,85
5	38	645	VI	S	1,18
6	39	660	VI	S	1,11

Fuente: Datos propios

El factor de condición en los peces colectados durante este mes fueron similar a los peces colectados a los anteriores meses. El GM 4 individuos se encontraron en la etapa de desovante, a sola presión del abdomen se liberaran los huevecillos y 2 en gravidez, en cuanto a la evolución gonadal todos se encontraron en evolución sincrónica.

Cuadro 23: Registro de talla, peso, GM, EG y K (Agosto)

AGOSTO					
n	TALLA (cm)	PESO (g)	G.M	EVOLUCION GONADAL	K
1	31	295	VI	S	0,99
2	37,9	560	VII	S	1,03
3	40,1	565	VII	S	0,88
4	32,5	315	VII	S	0,92
5	29,8	270	VI	S	1,02

Fuente: Datos propios

De igual manera el factor de condición durante este mes fueron similares a los meses anteriores, en cuanto al grado de madurez 3 individuos estaban en la etapa de desovado, es decir sin la presencia de óvulos, 2 individuos en la etapa desovante, en la evolución gonadal todos presentaron una evolución sincrónica.

PISCIGRANJA ZAMBRANO: TESTIGO (Pumahuanca)

Cuadro 24: Registro de talla, peso, GM, EG y K

ZAMBRANO (SETIEMBRE)						
n	TALLA (cm)	PESO (g)	SEXO	G.M	EVOLUCION GONADAL	K
1	29,5	231	♂	VIII	S	0,90
2	29	287	♂	VIII	S	1,18
3	30	232	♀	VIII	S	0,86
4	28	249	♀	VIII	A	1,13
5	29	235	♀	VIII	S	0,96
6	32	345	♂	VIII	S	1,05
7	29,3	233	♂	VIII	S	0,93
8	29	254	♂	VIII	S	1,04
9	28,5	287	♀	VIII	S	1,24
10	29	244	♂	VIII	S	1
11	29,5	252	♂	VIII	S	0,98
12	30	282	♂	VII	S	1,04

Fuente: Datos propios

El GM en los peces colectados en esta piscigranja (machos y hembras) se encontraron en una etapa de VII-VIII, es decir los órganos sexuales No totalmente vacíos a ovarios y testículos totalmente vacíos. En el ovario no quedan huevos opacos y si quedan algunos pocos huevos se encuentran en el estado de reabsorción.

En cuanto al factor de condición la calidad de los peces colectados en esta piscigranja fueron buenas. La evolución gonadal en mayor porcentaje presentaron una evolución sincrónica solo un individuo hembra presentó una evolución gonadal asincrónica.

Cuadro 25: Promedio mensual del Factor de Condición (k)

MES	PROMEDIO
marzo	1,08
abril	1,1663
mayo	1,0783
junio	1,17
julio	1,005
agosto	0,968
Zambrano (testigo)	1,0207

Fuente: Datos propios

En el mes de abril, la calidad de las muestras colectadas en los meses de Abril y Junio fueron buenas y de mejor calidad, en cambio de calidad regular fueron colectados en los demás meses incluido los de la Picigranja Zambrano.

4.3. Del tratamiento estadístico

➤ **Distribución Frecuencias**

- **Para la talla (cm)**

Cuadro 26: Estadísticos descriptivos

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
N	8	8	6	6	6	5
Media	28,125	28,500	34,417	33,133	32,167	34,260
Mediana	28,100	28,500	34,250	33,000	30,000	32,500
Moda	27,5	28,5	34,0	33,0	28,0	29,8
Desv. típica	1,2948	1,9287	1,0206	1,3880	4,9967	4,4992
Varianza	1,676	3,720	1,042	1,927	24,967	20,243
Rango	4,4	6,3	3,0	3,8	11,0	10,3
Mínimo	25,8	25,5	33,0	31,0	28,0	29,8
Máximo	30,2	31,8	36,0	34,8	39,0	40,1
Suma	225,0	228,0	206,5	198,8	193,0	171,3

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

La mayor talla promedio, se obtuvo en el mes de Agosto y el de menor talla en el mes de Marzo, esto debido a que al finalizar la colecta de las muestras (mes de Agosto) se incrementaron tanto la talla y el peso con respecto al mes de Marzo al iniciar la evaluación.

Coeficiente de variabilidad (C.V: %) para la talla

$$C.V = \frac{S_x}{x} \times 100$$

Cuadro 27: Resultados del CV para talla

MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
4,60	6,77	2,97	4,19	15,53	13,13
Carácter Poco variable	Carácter variable	Carácter Poco variable	Carácter Poco variable	Carácter muy variable	Carácter muy variable

Fuente: Datos propios

De acuerdo a los resultados obtenidos de CV, el carácter poco disperso se obtuvo en los meses de Marzo, Mayo y Junio. Con carácter variable se obtuvo en el mes de Abril y con carácter muy variable en los meses de Julio y Agosto.

- Para el peso (g)

Cuadro 28: Estadísticos descriptivos

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
N	8	8	6	6	6	5
Media	239,38	268,38	439,17	425,00	369,17	401,00
Mediana	237,50	266,00	430,00	417,00	237,50	315,00
Moda	220	260	390	376	215	270
Desv. típica	15,910	30,956	41,643	46,900	219,759	148,299
Varianza	253,125	958,268	1734,167	2199,600	48294,167	21992,500
Rango	50	100	105	112	445	295
Mínimo	220	215	390	376	215	270
Máximo	270	315	495	488	660	565
Suma	1915	2147	2635	2550	2215	2005

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

En peso promedio mínimo, fue obtenido en muestras colectadas durante el mes de Marzo y el peso máximo fue obtenido en el mes de Agosto, esto debido a la disponibilidad de los peces, por la demanda en el momento de la venta por parte de la institución (RARIWA), a veces se vendía, 4 por kilo, otras veces 3 y 2 por kilo, por esta razón se observa una diferencia de pesos o incremento no continuo de peso de acuerdo a los meses Marzo-Agosto.

El peso individual mínimo obtenido fue en el mes de Abril con un peso de 215 gramos y el peso máximo en el mes de Julio con un peso de 660 gramos.

Coefficiente de variabilidad (C.V: %) para el peso

Cuadro 29: Resultado del CV para peso

MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
6,65	7,05	9,48	11,04	59,53	36,98
Carácter variable	Carácter variable	Carácter variable	Carácter muy variable	Carácter muy variable	Carácter muy variable

Fuente: Datos propios

El peso tuvo un carácter variable los meses de Marzo, abril y mayo y un carácter muy variable o muy heterogéneo los meses; Junio, julio y agosto.

Cuadro 30: Estadísticos descriptivos (Piscigranja Zambrano)

Estadísticos	Talla (cm)	Peso (g)
n	12	12
Media	29,400	260,92
Mediana	29,150	250,50
Moda	29,0	287
Desv. típ.	,9964	33,862
Varianza	,993	1146,629
Rango	4,0	114
Mínimo	28,0	231
Máximo	32,0	345
Suma	352,8	3131

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

Para la talla: De acuerdo al cuadro, se observa que las truchas tuvieron; una talla promedio de 29,4 cm y el 50% de la muestra fueron menores a 29,15 cm y el otro 50% fueron mayores a 29,15 cm, el rango de diferencia entre el mínimo y máximo fue de 4 cm.

Para el peso: de acuerdo a los datos del cuadro se determinó un peso promedio de 260,92 gramos, un mínimo de 231 gramos de peso y un máximo de 345 g, existiendo una diferencia (Rango) entre el mínimo y máximo de 114 gramos.

C.V

Cuadro 31: Resultados del CV de Zambrano

TALLA	PESO
3,39	12,98
Carácter poco variable	Carácter muy variable

Fuente: Datos propios

La talla de las truchas de la muestra de Zambrano tuvo un carácter poco variable, es decir la distribución de tallas fue homogénea, en cambio el peso presentó un carácter muy variable o muy heterogéneo, entonces la distribución de pesos no fue uniforme.

La distribución de la talla fue homogénea, en cambio la distribución de pesos fue heterogénea.

Asociación de variables

Pendiente Coeficiente de regresión (b)

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

Coeficiente de correlación

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

Coeficiente de determinación (CD)

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

Cuadro 32: Valores mensuales de la relación, Longitud- Peso

	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	ZAMBRANO
a	-72,493	-115,237	-565,8	-412,161	-1030,234	-706,573	-319,276
b	11,089	13,460	29,20	25,266	43,505	32,328	19,734
r	0,902	0,839	0,716	0,748	0,989	0,981	0,581
r²	0,814	0,703	0,512	0,559	0,978	0,962	0,337
CD (%)	81,4	70,3	51,2	59,9	97,8	96,2	33,7

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

a: Los datos que se encuentran en la fila de "a", es el punto de intersección de la recta sobre el eje de las ordenadas.

b: Los datos de esta fila es la variable predictorio que nos indica, que por cada cm de talla, el incremento de peso será el dato que indica los cuadros de las columnas de cada mes, de acuerdo a la siguiente ecuación: $\hat{Y} = a + bx$

Marzo: $\hat{Y} = -72,493 + 11.089 X$; por cada cm de talla el incremento de peso será de 11.089 gramos.

Abril: $\hat{Y} = -115,237 + 13.460X$; por cada cm de talla el incremento de peso será de 13.460 gramos.

Mayo: $\check{Y} = -565,8 + 29,20X$; por cada cm de talla el incremento de peso será de 29.20 gramos.

Junio: $\check{Y} = -412.161 + 25.266X$; por cada cm de talla el incremento de peso será de 25.266 gramos.

Julio: $\check{Y} = -1030,234 + 43.505X$; por cada cm de talla el incremento de peso será de 43.505 gramos.

Agosto: $\check{Y} = -706,573 + 32.328X$; por cada cm de talla el incremento de peso será de 32.328 gramos.

Zambrano (testigo): $\check{Y} = -319,276 + 19,734X$; por cada cm de talla el incremento de peso será de 19.734 gramos.

El valor de "r"

De acuerdo a los valores obtenidos se puede observar que existe una correlación positiva muy alta en los meses, marzo, julio y agosto, porque dicho valor es cercano a 1 y una correlación positiva alta en los meses Abril, Mayo y Junio, en cuanto al valor de r para Zambrano (testigo) existe una correlación positiva moderada, (Reyes Castañeda 1990).

Coefficiente de Determinación (CD)%.

Nos indica en cuanto por ciento influye la variable independiente (talla) en la variable dependiente (peso).

Cuadro 33: Coeficiente de Determinación

MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	ZAMBRANO
81,4	70,3	51,2	59,9	97,8	96,2	33,7
La variable talla influyó de manera en el peso en un 81,4% y la diferencia se atribuye a factores externos (exógenos)	La talla influyó en el peso en un 70,3% y le diferencia se le atribuye a factores externos	La influencia de la talla durante este mes fue de 51,2%	La talla influyó en un 59,9% y la diferencia debido a factores externos	En este mes la influencia del la talla fue muy alta en un 97,8%	Igual que en el mes anterior la influencia fue muy alta en un 96,2%	influencia de la talla sobre el peso fue muy bajo en un 33,7%, en cambio el incremento de peso se debió a factores externos en un 66,3%

Fuente: Datos propios

Sus valores más bajos que corresponden a los meses de mayo y junio trasuntan menores influencias de la talla sobre el peso, situación que podría admitirse considerando que, siendo los meses más fríos el metabolismo es menos eficiente y a su vez la ingesta de alimentos debió ser menos, comparativamente a meses de temperatura más benigna y en los meses Julio y Agosto se recupera la influencia de la talla sobre el peso, se asume que fue debido a la adaptación del cambio a temperaturas frías. En cuanto a la piscigranja de Zambrano la talla no influye de gran manera sobre el peso, esto es debido al mal manejo de la piscigranja, sanidad, limpieza y alimentación de los peces, además debido a que la temperatura se encuentra con una diferencia mayor aproximado a 2°C, en comparación a la piscigranja de Pumahuanca (ARARIWA).

ANOVA para el carácter peso (muestras de tamaños diferentes)

➤ **Distribución de Frecuencias y ANOVA para el carácter peso.**

Cuadro 34: Estadísticos descriptivos para el peso (g)

Mes	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
marzo	8	239,38	15,910	5,625	226,07	252,68	220	270
abril	8	268,38	30,956	10,945	242,50	294,25	215	315
mayo	6	439,17	41,643	17,001	395,46	482,87	390	495
junio	6	425,00	46,900	19,147	375,78	474,22	376	488
julio	6	369,17	219,759	89,716	138,54	599,79	215	660
agosto	5	401,00	148,299	66,321	216,86	585,14	270	565

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

El peso promedio más alto se tuvo en el mes de mayo con una media de 439,17 gramos, el peso mínimo con 215 g y el máximo con 660 g fueron obtenidos en el mes de julio, en total se trabajaron con 39 ejemplares divididos en 6 grupos (meses).

Cuadro 35: ANOVA para la determinación del PESO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	247008,891	5	49401,778	4,559	,003
Peso en gramos Intra-grupos	357589,417	33	10836,043		
Total	604598,308	38			

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

Como indica este cuadro el valor de significancia (sig) es 0,003 (resaltado), menor a 0,05, entonces se acepta la hipótesis:

$H_1: \mu A \neq \mu B \neq \mu C \neq \mu D \neq \mu E \neq \mu F$, Hipótesis ALTERNA o del investigador

De acuerdo a esta hipótesis nos indica que:

La distribución de la media de pesos de A, B, C, D, E, y F DIFIERE

Es decir la media de las muestras colectadas durante los diferentes meses muestreados, no son iguales, existiendo una diferencia de medias, luego para encontrar posibles grupos homogéneos se utilizará la prueba de HSD de Tukey.

Cuadro 36: Sub conjuntos homogéneos para PESO

mes evaluado	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
marzo	8	239,38	
abril	8	268,38	268,38
julio	6	369,17	369,17
agosto	5	401,00	401,00
junio	6		425,00
mayo	6		439,17
Sig.		,090	,064

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

De acuerdo a la prueba HSD de Tukey, se encontraron 2 subconjuntos de grupos homogéneos, para el peso, al 95% de confianza, con error de 5% (alfa=0,05).

➤ **Distribución de Frecuencias y ANOVA para el carácter talla (Muestras diferentes)**

Cuadro 37: Estadísticos descriptivos para la talla (cm)

Mes	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
marzo	8	28,125	1,2948	,4578	27,043	29,207	25,8	30,2
abril	8	28,500	1,9287	,6819	26,888	30,112	25,5	31,8
mayo	6	34,417	1,0206	,4167	33,346	35,488	33,0	36,0
junio	6	33,133	1,3880	,5667	31,677	34,590	31,0	34,8
julio	6	32,167	4,9967	2,0399	26,923	37,410	28,0	39,0
agosto	5	34,260	4,4992	2,0121	28,673	39,847	29,8	40,1
Total	39	31,208	4,0467	,6480	29,896	32,519	20,0	40,1

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

La talla promedio más alto se tuvo en el mes de mayo con una media de 34,417 cm, y la talla mínima con 27,813 cm en el mes de abril, la talla individual máxima fue de 40,1 cm en el mes de agosto y la talla mínima fue de 30,2 cm en el mes de marzo, en total se trabajaron con 39 ejemplares divididos en 6 grupos (meses).

Cuadro 38: ANOVA para la determinación de la talla

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	270,035	5	54,007	6,897	,000
Intra-grupos	258,422	33	7,831		
Total	528,457	38			

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

Como indica este cuadro el valor de significancia (sig) es 0,000, menor a 0,05, entonces se acepta la hipótesis:

$H_1: \mu A \neq \mu B \neq \mu C \neq \mu D \neq \mu E \neq \mu F$, Hipótesis ALTERNA o del investigador

De acuerdo a esta hipótesis nos indica que:

La distribución de la media de **tallas** de A, B, C, D, E, y F DIFIERE

Es decir la media de las muestras colectadas durante los diferentes meses muestreados, no son iguales, existiendo una diferencia de medias, luego para encontrar posibles grupos homogéneos se utilizará la prueba de HSD de Tukey

Cuadro 39: Sub conjunto de grupos homogéneos para la Talla (cm)

mes evaluado	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
marzo	8	28,125		
abril	8	28,500	28,500	
julio	6	32,167	32,167	32,167
junio	6		33,133	33,133
agosto	5			34,260
mayo	6			34,417
Sig.		,134	,060	,710

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

De acuerdo a la prueba de HSD de Tukey se encontraron 3 subconjuntos de grupos homogéneos para la talla al 95% de confianza y un error del 5% (alfa=0,05)

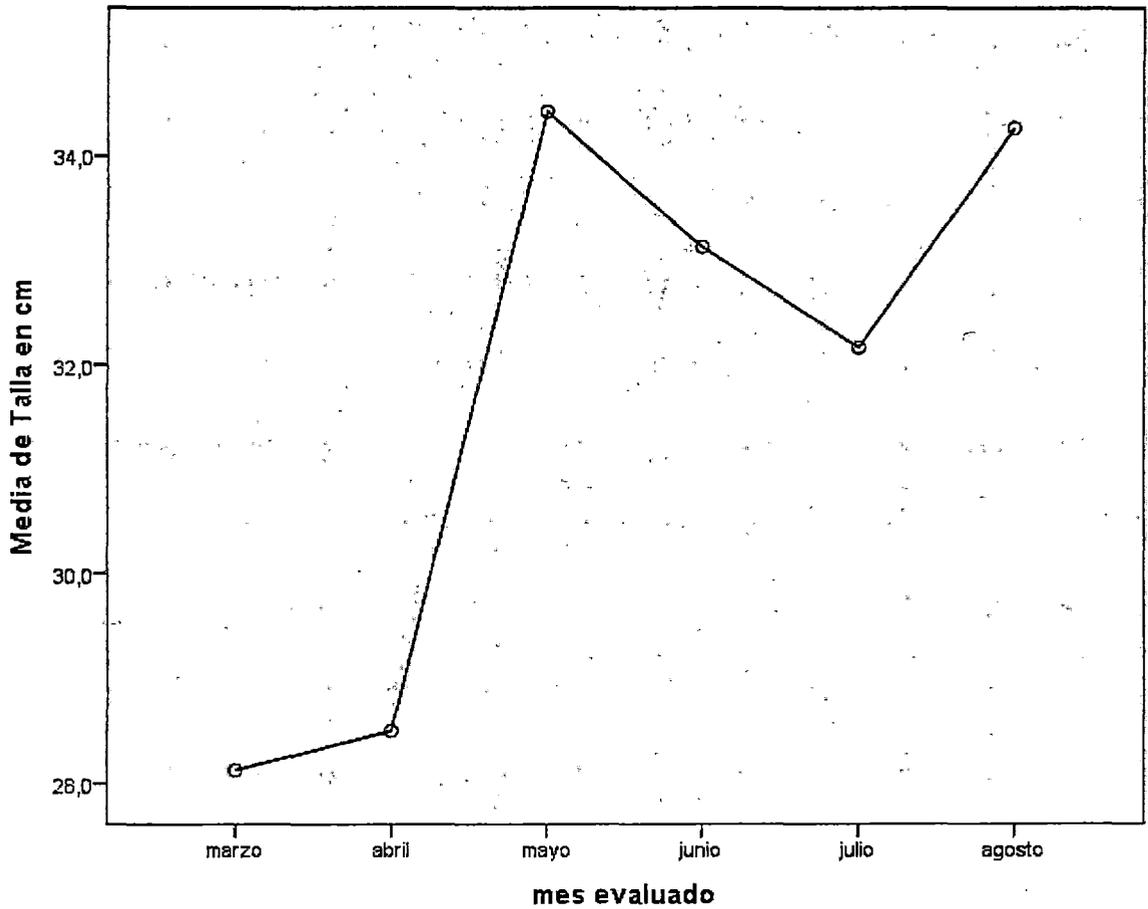
Grupo 1: Marzo, Abril y Julio

Grupo 2: Abril, Julio y Junio

Grupo 3: Julio, Junio, Agosto y Mayo

En estos grupos la diferencia de medias no difiere significativamente por que el valor de significancia es de 0,134, 0,060 y 0,710, respectivamente para los grupos 1, 2 y 3, todos estos valores son mayores a 0,05, entonces quiere decir que las medias de tallas dentro de este grupo no difieren.

Gráfico 04. Dispersión de medias para tallas



De acuerdo al gráfico la diferencia de medias no es significativa, es decir que las muestras muestrales no difieren.

El promedio de la media de tallas más alta se obtuvo en el mes de mayo y la más baja en el mes de abril.

FACTOR DE CONDICION (K)

Cuadro 40: Estadístico descriptivos del Resumen del factor de condición (K)

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
marzo	8	1,0800	,09532	,03370	1,0003	1,1597	,98	1,28
abril	8	1,1663	,13136	,04644	1,0564	1,2761	,92	1,32
mayo	6	1,0783	,07548	,03081	,9991	1,1575	1,00	1,22
junio	6	1,1700	,10000	,04082	1,0651	1,2749	1,06	1,31
julio	6	1,0050	,12276	,05012	,8762	1,1338	,85	1,18
agosto	5	,9680	,06535	,02922	,8869	1,0491	,88	1,03
Total	39	1,0854	,12126	,01942	1,0461	1,1247	,85	1,32

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

El factor de condición (K) optimo se tuvo en los meses de Junio (1,17), luego Abril (1,16), en el mes de Agosto K, fue inferior a 1 es decir la calidad de los peces fueron relativamente bueno.

Cuadro 41: ANOVA para factor de condición (K)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,203	5	,041	3,780	,008
Intra-grupos	,355	33	,011		
Total	,559	38			

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

Como el valor de significancia (sig) es igual a 0,008 y este a su vez es menor a 0,05, entonces se acepta la hipótesis alterna donde: las medias muestrales de (K) fueron muy variables o difieren de acuerdo al mes colectado, es decir las medias muestrales son diferentes para el factor de condición.

Cuadro 42: Subconjuntos de grupos homogéneos del factor de condición (K)

mes evaluado	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
agosto	5	,9680	
julio	6	1,0050	1,0050
mayo	6	1,0783	1,0783
marzo	8	1,0800	1,0800
abril	8		1,1663
junio	6		1,1700
Sig.		,410	,078

Fuente: Datos obtenidos con SPSS 20

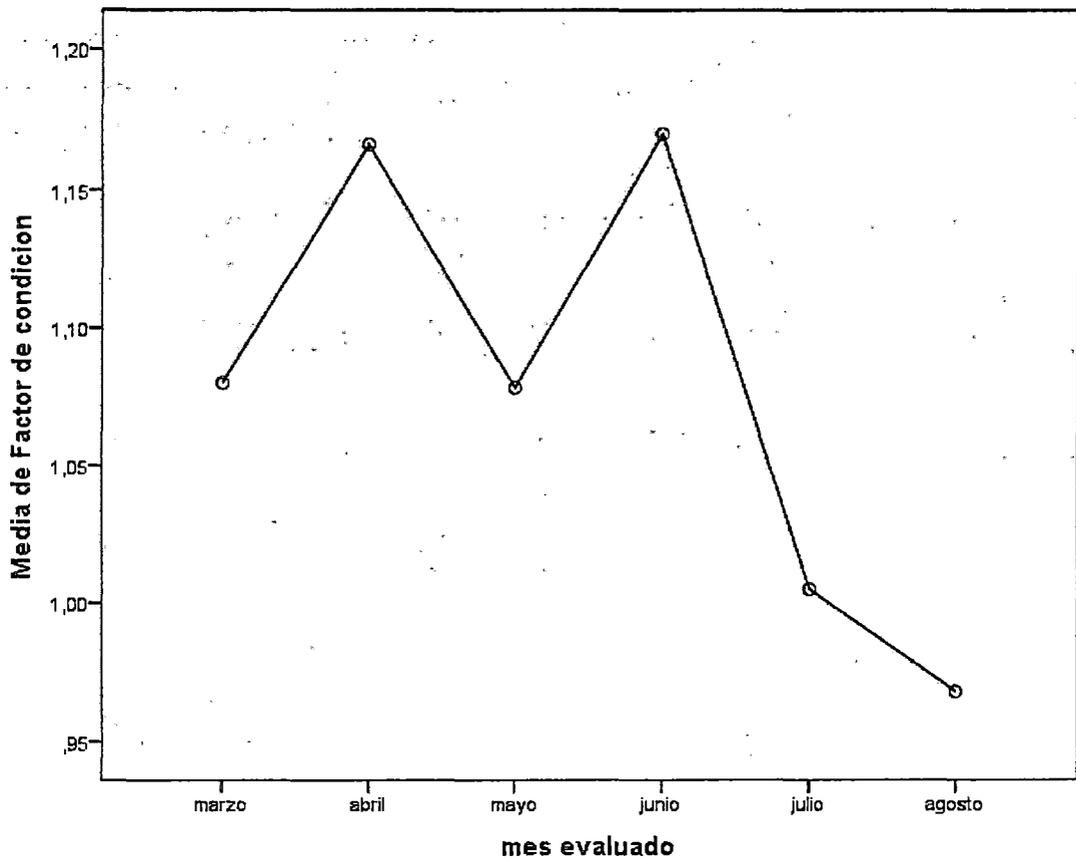
De acuerdo a los resultados de HSD de Tukey se observa 2 subconjuntos homogéneos al 95%,

1° grupo homogéneo (Agosto, Julio, Marzo).

2° grupo (Julio, Mayo, Marzo, Abril, Junio).

Confirmándonos el valor de sig que son mayores a 0,05, aceptándose entonces que las medias muestrales dentro de estos 2 grupos homogéneos son similares.

Grafico 05. Diagrama de Medias (K)



De acuerdo al grafico de medias las mejores condiciones óptimas de calidad de peces se tuvo en los meses de Abril y Junio y de calidad baja se tuvo en el mes de Agosto.

4.4. Resultados cualitativos y cuantitativos

- Las truchas hembras estabuladas en la piscigranja ARARIWA, no obstante que provienen de manipulación cromosómica (ginogenesis), sin embargo, manifiestan normalmente su capacidad reproductiva.
- El proceso gametogenesico en tales hembras ocurre, a partir del mes de abril, cuando la frialdad de las aguas se manifiesta con mayor intensidad.
- La culminación de procesos gametogenesicos, es decir el momento del desove se manifiesta incluso hasta el mes de setiembre.
- Cuantitativamente la producción de óvulos alcanza similares o iguales niveles que en hembras cultivadas en otras piscigranjas de similar altitud.
- La calidad hídrica en aquellas piscigranjas se caracteriza por la frialdad de sus aguas, las mismas que, incluso en meses de mayor insolación, o de mejor clima en general no llegan a los 15°C, temperatura considerada como óptima para estabulación.
- En términos generales el desarrollo de estas hembras, evaluados a través del factor de condición, alcanza valores que prácticamente no difieren de las truchas cultivadas en aguas de mejor temperatura.
- Lo que si es evidente es que estas truchas hembras alcanzan crecimientos en peso y talla con mayor celeridad que otras estabuladas en condición mixta (machos y hembras).
- Los aspectos referidos a flujo de agua y la renovación de este insumo en los ambientes de estabulación ocurre con eficiencia en toda temporada del año.
- Dentro de la calidad fisicoquímica, es la dureza total la que se manifiesta en niveles bajos. Esta situación aunada a la frialdad de las aguas, constituye en alguna medida una limitante para el mejor desarrollo de los ejemplares estabulados.
- Lo concerniente a la calidad de los óvulos; estos se manifiestan de un color y de un diámetro característicos de la especie y por ende prácticamente iguales a los encontrados en otros centros piscícola.

4.5. Interpretaciones

- La estabulación monosexual, en este caso de puramente hembras, parece no inhibir el proceso gametogenesico, a condición de que el manejo piscícola ocurra de manera eficiente en cuanto al suministro de alimentos y al mantenimiento adecuado de las instalaciones piscícolas.
- La maduración de los ovarios con su contenido de los óvulos, todos ellos observados en maduración sincrónica, son indicadores de que el proceso gametogenesico ocurre con normalidad, aunque de repente con algún retraso, explicable por las bajas temperaturas del agua.
- La baja dureza total, si bien puede retardar los crecimientos en peso y talla, sin embargo no alcanza niveles críticos en este aspecto, situación que se explica que esta situación deficitaria viene siendo subsanado o cubierto por una alimentación adecuada.
- El tiempo de duración del proceso gametogenesico, entre abril y setiembre, es una característica normal, vale decir tan igual como ocurre para la especie en otros ambientes acuáticos. Se explica esta situación considerando que los salmónidos son madurantes de otoño-invierno.
- Que la madurez sexual se manifieste incluso hasta setiembre, es prácticamente un indicador de un pequeño retraso debido a la frialdad de las aguas, las mismas que tienen su origen es deshielos a altitudes próximas a 5000 de altitud.
- La madurez sexual en las hembras evaluadas, las mismas que fueron tomadas al azar de sus estanques de estabulación se manifiestan con sus características claramente distinguible, a partir del mes de junio (etapa III, en desarrollo) y concluye entre los meses de julio y agosto (etapa VI, desove). En el mes de setiembre todas las hembras aparecen en descanso (etapa VIII).

Con las características anotadas, la madurez sexual de estas hembras ocurre prácticamente en forma similar que en condiciones de estabulación mixta en las que las etapas VII y VIII, ocurren en Agosto y setiembre.

En el tiempo que corresponde de Marzo a Mayo deben ocurrir las etapas I y II que marcan el inicio del proceso gametogenésico, aunque sus

características descritas con la escala de Naier de Buckmann no se muestran totalmente definidos.

4.6. Interpretación del factor de condición (K)

- El factor de condición para salmónidos, de acuerdo a lo admitido por instituciones diversas en norte América oscila entre 0,8 a 2, bajo este antecedente podemos admitir que las truchas evaluadas en Pumahuanca, sin llegar a un estado de bienestar excelente, se muestran más bien en un nivel que se puede admitir como bueno. En todo caso no se registran prácticamente ejemplar algún, que muestre desarrollo pobre o no deseado.
- Un buen porcentaje de ejemplares muestra un factor de condición que oscila alrededor de 1, que cualitativamente se admite como pez pobre en desarrollo o de poca vitalidad que fenotípicamente aparece alargado y delgado. Esta característica trasunta un manejo piscícola poco eficiente en términos de alimentación y de alguna manera es consecuencia de la frialdad del agua.
- El labor de $K=1,20$ califica al ejemplar como un pez de desarrollo justo que sería lo exigible como producto comercializable, aunque lo deseable es $K=1,40$, para considerar al ejemplar de buen desarrollo o bien proporcionado.

Valores de $K=1,6$ a $K= 2$, califican a los ejemplares como excelente o ejemplares de buen estado, situación a la que se llega con un manejo piscícola totalmente eficiente, situación que lamentablemente no se da en la piscigranja evaluado.

DISCUSIONES

- En la calidad físico química del agua, los parámetros correspondientes a temperatura y dureza total muestran valores que no llegan a los que se consideran óptimos; puntualmente la temperatura aun en los meses mas cálidos no sobrepasan los 12°C, cuando lo requerido para una estabulación de buen rendimiento debe estar los 15 – 16°C.
- Por su parte la dureza total que se muestra en un rango de 53,4 a 71,2 ppm, similares a los registrados por Estrada B,S (2012), tampoco constituye un parámetro adecuado para la osificación y crecimiento acelerados, por lo que debiera prevenirse la suplementación del alimento suministrado con algún producto con alto contenido de calcio para suplir lo deficitario que se muestra el agua en su condición natural.
- Considerando en conjunto temperatura y dureza total, constituyen, en alguna medida, limitantes de un crecimiento más acelerado y que no complementan adecuadamente a los otros parámetros físico químicos incluido el caudal que si se muestra con valores óptimos para la práctica de la truchicultura intensiva.
- Además de las condiciones fisicoquímicas del recurso hídrico, cuyas limitaciones acabamos de señalar, también el factor de condición podría alcanzar mejores valores si particularmente la temperatura fuese más benigna para determinar así un metabolismo más eficiente que finalmente determina un mejor factor de condición (K).

CONCLUSIONES

- Las hembras estabuladas en la modalidad monosexo en la piscigranja Pumahuanca evolucionan en su madurez sexual con similar intensidad a como sucede en una estabulación mixta.
- El proceso gametogénico, con características concordantes con la escala de evaluación (Naier de Buckmann) culminan con el desove (etapa VI) entre los meses de julio y agosto, habiéndose iniciado en junio (etapa III).
- Considerando que todas las hembras evaluadas son producto de una manipulación cromosómica, se advierte que tal situación no afecta su potencialidad de reproducción, por lo menos en su evolución gonadal.
- En la relación longitud-peso, se evidencia un mayor incremento de peso, a favor de la población monosexo.

RECOMENDACIONES

Recomendamos practicar el cultivo monosexo, sobre todo con estabulación de puramente hembras, por carecer de costumbres agonosticos (agresividad) presentes en los machos, especialmente en la época de reproducción, ventaja que conlleva a una alimentación sin estrés en las hembras y resultando con buenos índices de conversión.

A las empresas públicas o privadas, recomendamos una reproducción intensiva de truchas manipuladas cromosómicamente, para la obtención de lotes de alevinos monosexo estéril, esto para incentivar a los piscicultores a la práctica de estabulación de un solo sexo y así lograr una producción eficiente de carne y a precios accesibles.

LITERATURA CONSULTADA

- **Alvites Ruesta, W. (1990).** Ictiología, guía de prácticas. Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Pesquera y de alimentos, Callao Perú.
- **Amesquita M,S. (2011).** "Evaluación Biológica de macroinvertebrados acuáticos como organismos indicadores de la calidad del agua en la laguna de Piuray", seminario de investigación FCB UNSAAC-Cusco.
- **Arrigñon, J. (1979).** Ecología y Piscicultura de aguas dulces. Madrid: Edit. Mundi Prensa, Madrid España.
- **Bernabe, G. (1999).** Bases Biológicas y Ecológicas de la Acuicultura. Editorial ACRIBIA, S.A, Zaragoza España.
- **Blanco, M. (1995)** La Trucha: Cría Industrial. Madrid: Edit. MundiPrensa. Madrid España
- **Canales, R. y Muñiz, B. (2012).** Evaluación de la madurez sexual de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en el C.E. la raya, UNSAAC, Cusco Perú.
- **CEDEP, Antamina (2009) "Manual de crianza para Truchas".** Manual CEDEP Perú.
- **Contreras, L (1993).** "Producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en estanques rústicos de la piscigranja Yanamayo- Provincia del Cusco", Cusco Perú
- **Dirección Regional de Producción-Amazonas (2006)** "Guía práctica para crianza de Truchas en Estanques" DIREPRO, Iquitos Perú.
- **Empresa Xstrata Perú S.A. y la Comunidad Campesina de Pamputa(2008)** "Piscigranja de Truchas en la Comunidad Campesina de Pamputa – II ETAPA".
- **Estrada B. S. (2012).** Potencialidad de producción intensiva de trucha arco iris en la piscigranja Pumahuanca Urubamba, UNSAAC Cusco
- **Hepher, B. (1993).** Nutrición de peces comerciales en estanque. Mexico, Editorial Limusa
- **Huet, M. (1998).** Tercera edición Tratado de piscicultura. Editorial MundiPrensa, Madrid España.

- **Lagler, K. Bardach, J. & Miller, R. (1984).** Ictiología. ediciones AGT, México.
- **Mora, C. (1998).** "Cultivo de truchas en Redes Jaula en la Laguna de Pomacanchi", DIREPRO, Cusco-Perú.
- **Municipalidad Distrital de Urubamba (2007)** "Diagnostico situacional y plan de desarrollo estratégico concertado del distrito de Urubamba al 2020", Cusco Perú.
- **MURRAY, R. SPIEGEL. (2001).** ESTADISTICA. Editorial OFGLOMA S.A, tercera edición, México.
- **Pillay, T. (2004).** Acuicultura: Principios y Practicas. Limusa Noriega Editores, México.
- **REYES CASTAÑEDA, P. (1990).** BIOESTADISTICA APLICADA. México, Editorial Trillas S.A
- **RIPALME (2003).** Piscicultura. Ediciones RIPALME Lima Perú.
- **RIPALME (2004).** Crianza y producción de truchas. Ediciones RIPALME Lima Perú.
- **Sanchez, R. (2004).** Crianza y Producción de Truchas. Ediciones RIPALME. Lima-Perú.
- **Servat G. Mendoza W, Ochoa JA. 2002).** FLORA Y FAUNA DE CUATRO BOSQUES DE *Polylepis* (ROSACEAE) EN LA CORDILLERA DEL VILCANOTA. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSAAC- CUSCO, PERU.
- **Soria H, E. (2014).** Evaluación de harinas a base de *Lemna gibba* y *Hyalella spp.* en la formulación de alimento para pacotana (híbrido) de la amazonia peruana, en condiciones experimentales. UNSAAC-CUSCO Perú.
- **Thompson y Gale. (2003).** Grzimek's Animal Life Encyclopedia Volume 4 Fishes I- II, AZA Series editor, Canada.
- **Tupayachi H, A. (2005).** Flora de la cordillera de Vilcanota. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSAAC- Cusco - PERÚ

- **VILLARDON V, J. (2009).** ESTADISTICA DESCRIPTICA CON SPSS 13. Universidad de Salamanca, España.
- **Vinatea J, E. (1982).** ACUICULTURA CONTINENTAL. Editorial central de la U.N.M.S.M, Lima Perú.

ANEXOS

CALIDAD HIDRICA FISICO-QUIMICO

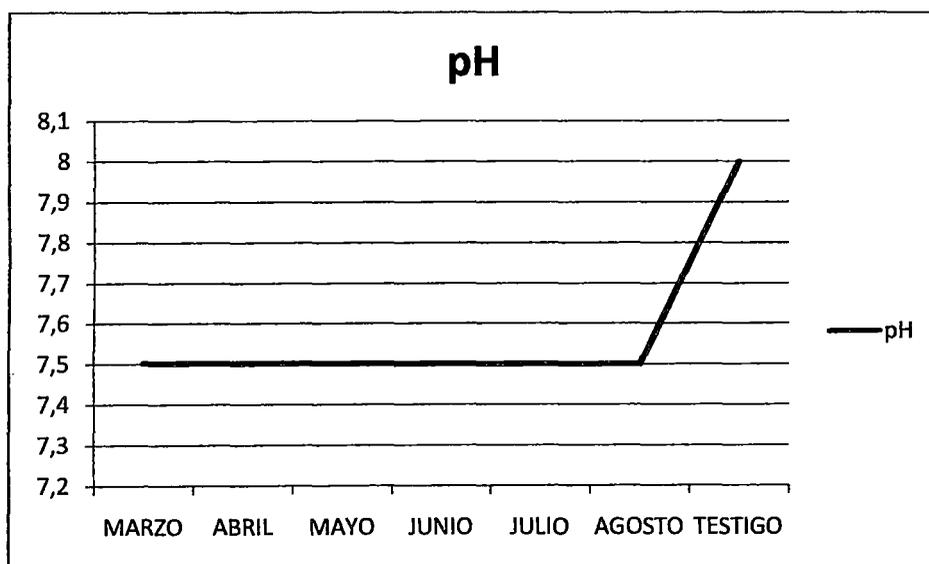
Cuadro 43: 1º Punto de toma de muestra: Entrada de agua a los estanques

PARAMETRO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	TESTIGO
pH	7	7	7	7	7	7	7,5
DUREZA TOTAL (ppm)	71,2	71,2	53,4	71,2	53,4	53,4	53,4
ALCALINIDAD (ppm)	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6
OD (ppm)	9	9,5	9,5	9	8,5	9	7,5
TEMPERATURA °C	11	10	10	9	9,5	10	12

El pH se mantuvo constante en todo los meses evaluados con un pH 7 que indica un carácter neutro del agua, a diferencia de la piscigranja testigo (Zambrano) cuyo pH se determinó en 7,5 ligeramente alcalino. La concentración de la dureza total indica que la clase de agua es ligeramente blanda, el OD se encuentra en buenas concentraciones para la práctica de la crianza de truchas.

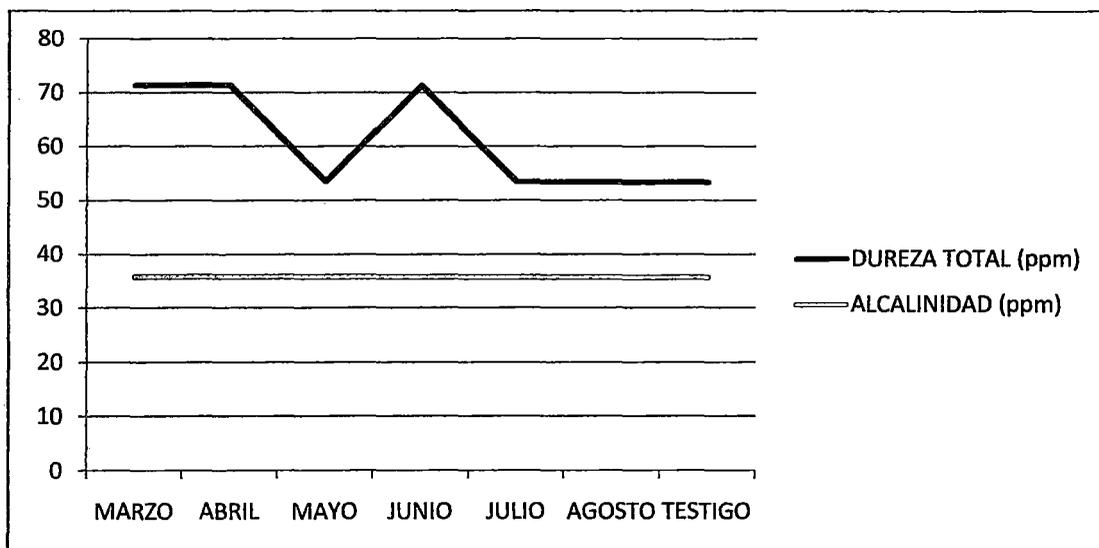
Grafico del comportamiento de los parámetros analizados durante los meses Marzo a Agosto, incluye los análisis de testigo. ENTRADA

Gráfico 06: pH de Entrada de agua



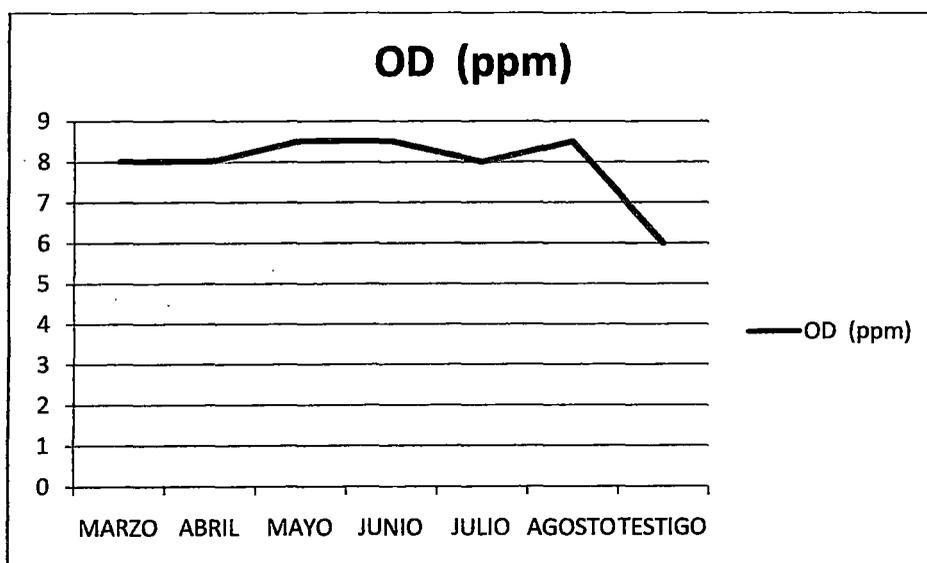
Este parámetro se encuentra muy homogéneo a lo largo de los meses evaluados pero a diferencia de la piscigranja de Zambrano el pH se encuentra en 8, esto debido al mal manejo de la piscigranja, limpieza, intercambio óptimo de agua en los estanques.

Grafico 07: Dureza total-Alcalinidad de Entrada de agua



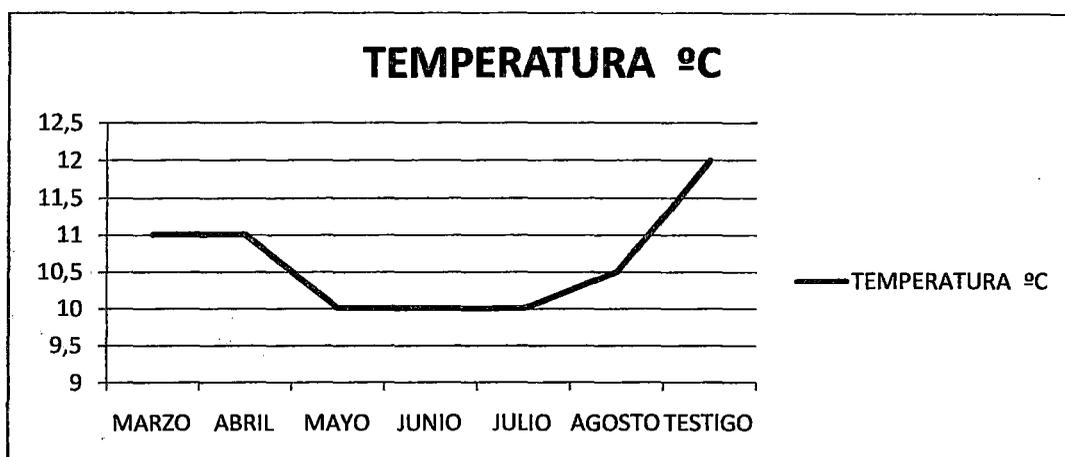
La dureza total se muestra homogeneidad entre los meses marzo y abril descendiende en el mes de mayo para luego mostrar un pico en el mes de Junio esto fue debido a factores climáticos y la alcalinidad se muestra homogénea a lo largo de los meses evaluados, luego se mantiene homogéneo,

Gráfico 08: OD (Oxigeno disuelto) de Entrada de agua



La concentración de OD en el agua de la piscigranja Pumahuanca (ARARIWA) fue de 8-9,5 siendo las optimas condiciones para la crianza intensiva de truchas, a diferencia de la piscigranja Zambrano que el OD se determinó en 7,5.

Gráfico 09: Temperatura °C de Entrada de agua



La temperatura se mantuvo errática debido a la estación, en Marzo y Abril se tuvo un temperatura de 10°C luego descendió en los meses fríos; Mayo, Junio y Julio luego incrementándose en 0,5 para el mes de Agosto, en cambio la temperatura de Zambrano se determinó en 12°C esto debido a que dicha piscigranja se encuentra más bajo que la de Pumahuanca y con muy poco caudal de entrada.

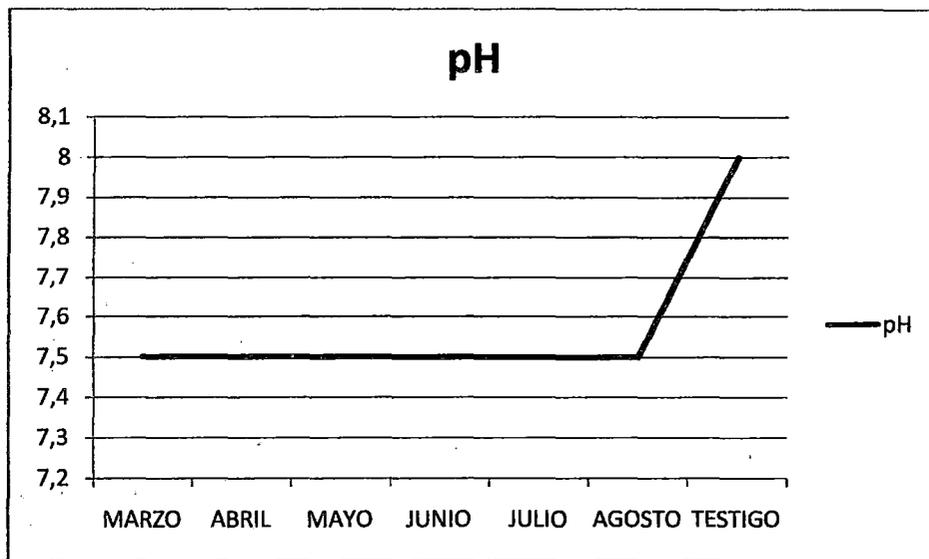
Cuadro 44: 2° Punto de toma de muestra: Salida de agua de los estanques

PARAMETRO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	TESTIGO
pH	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	8
DUREZA TOTAL (ppm)	71,2	71,2	53,4	71,2	53,4	53,4	53,4
ALCALINIDAD (ppm)	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6
OD (ppm)	8	8	8,5	8,5	8	8,5	6
TEMPERATURA °C	11	11	10	10	10	10,5	12

La diferencia mínima existente entre los parámetros de agua de la entrada y salida, es debido en cuanto al OD, al consumo de este gas por los organismos presentes en los estanques, el incremento de pH a la actividad de la flora acuática y el incremento de temperatura, a la exposición de los estanques a la radiación solar.

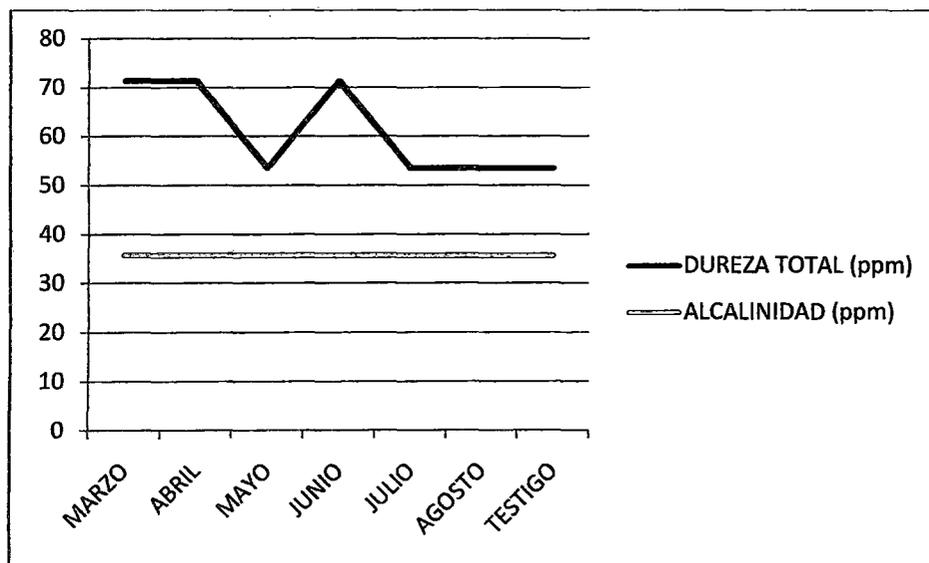
Grafico del comportamiento de los parámetros analizados durante los meses Marzo a Agosto, incluye los análisis de testigo. SALIDA

Gráfico 10: pH de Salida del agua



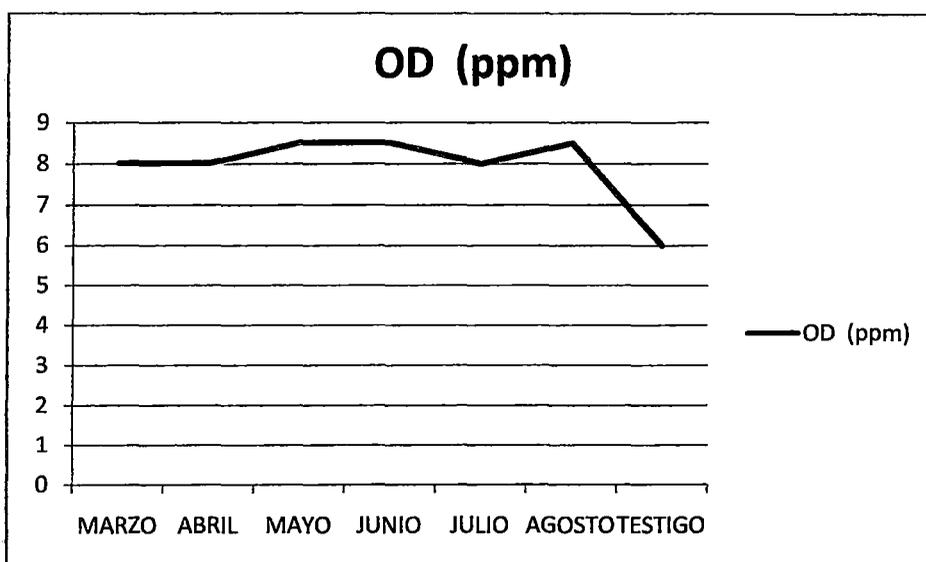
De igual manera en a salida el pH se mantuvo constante a diferencia de Zambrano, donde el pH se determinó en 8, esto debido al mal intercambio de agua de los estanques y la higiene y sanidad de los mismos.

Gráfico 11: Dureza total-Alcalinidad de Salida del agua



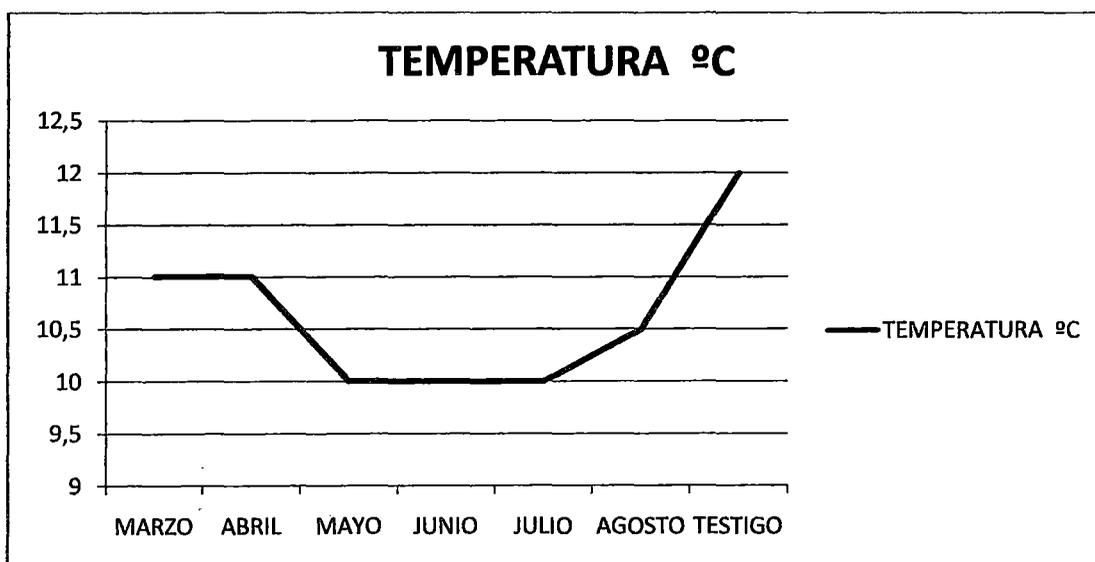
La dureza total y alcalinidad fueron similares a los del 1º punto de muestra (entrada) no habiendo cambio alguno.

Gráfico 12: OD (Oxígeno disuelto) de Salida del agua



La disminución del OD en el 2º punto de muestra (Salida) es debido a que este gas es utilizado por las truchas y todos los organismos aeróbicos que se encuentran en el estanque. El OD en la piscigranja de Zambrano es muy bajo, esto debido a la utilización de este gas por las truchas y además la mala calidad del agua de esta piscigranja por falta de mantenimiento y limpieza de los estanques.

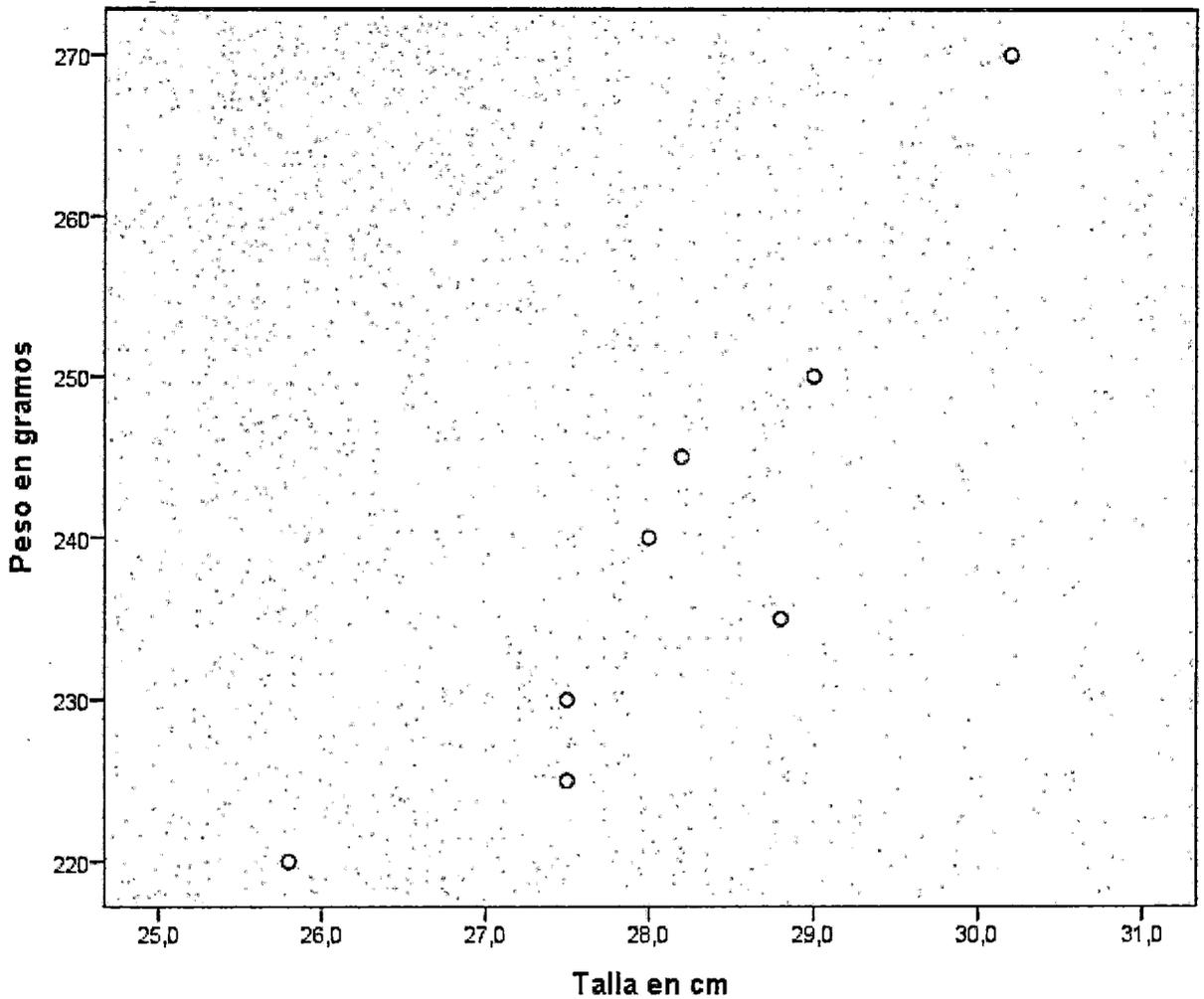
Gráfico 13: Temperatura °C de Salida del agua



La temperatura más alta se registró en los meses, Marzo, Abril y ligeramente incrementado en 0,5°C en el mes de agosto, en cambio la piscigranja de Zambrano se registró la temperatura en 12°C en la entrada y salida del agua.

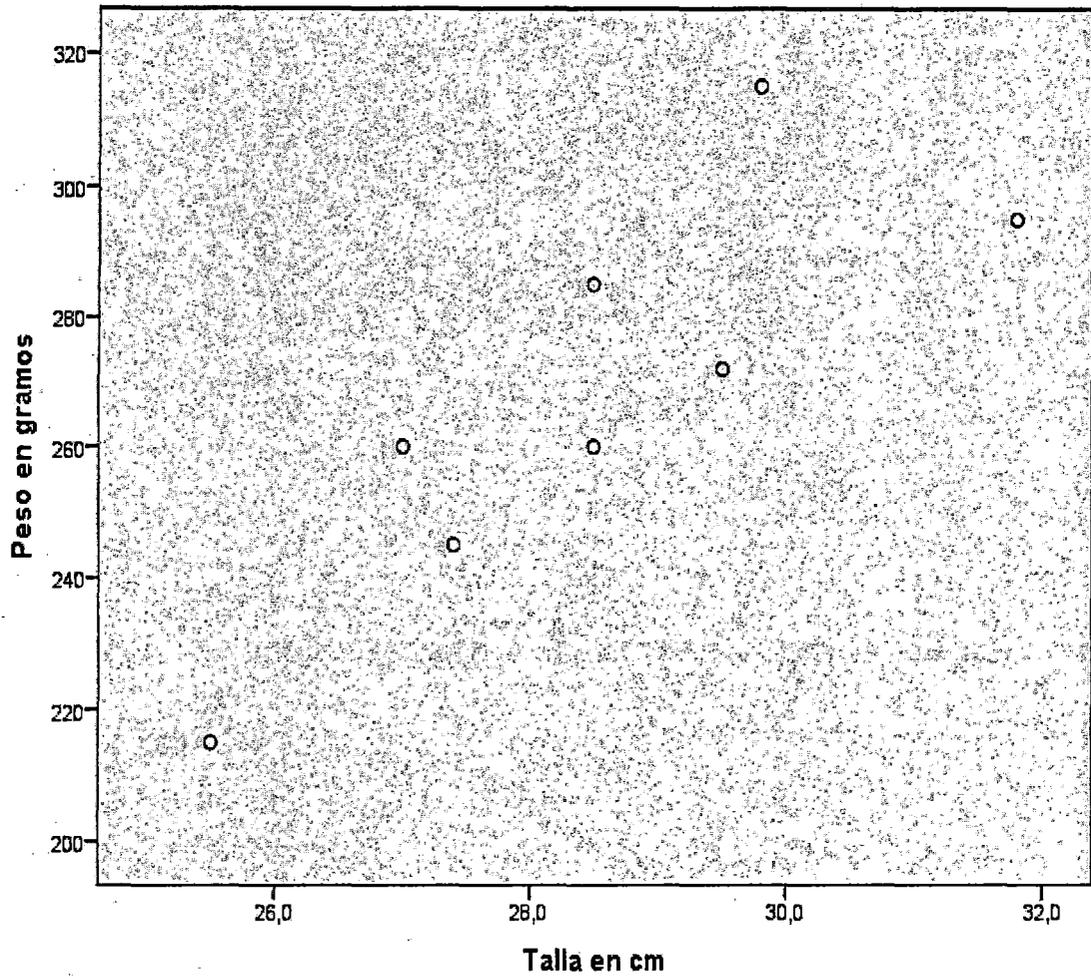
DIAGRAMA DE DISPERSION

Gráfico 14: Diagrama de dispersión mes de Marzo



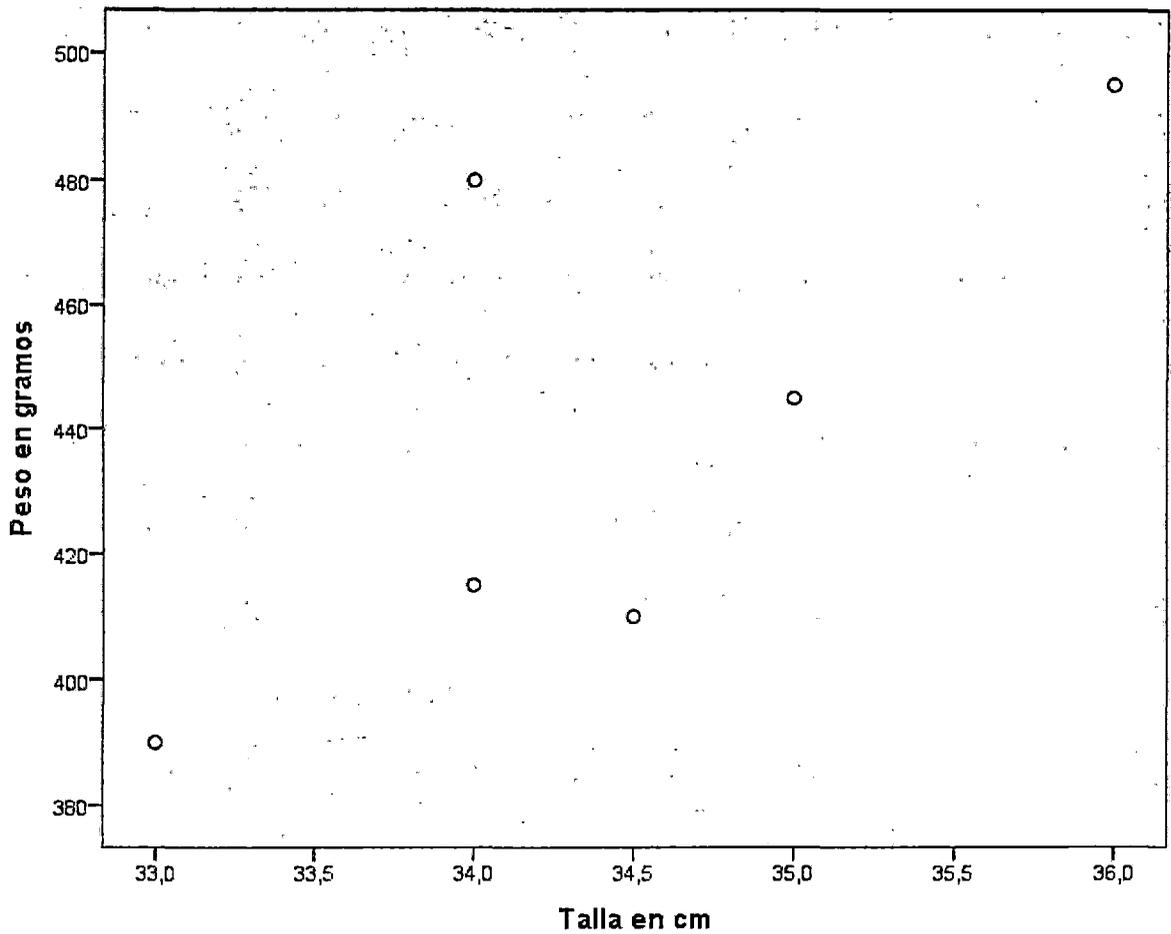
El peso de los peces colectados durante este mes, con relación a la talla, de acuerdo al diagrama de dispersión, se determinó que existe un relación positiva alta porque $r = 0,902$, es cercano a 1.

Gráfico 15: Diagrama de dispersión mes de Abril



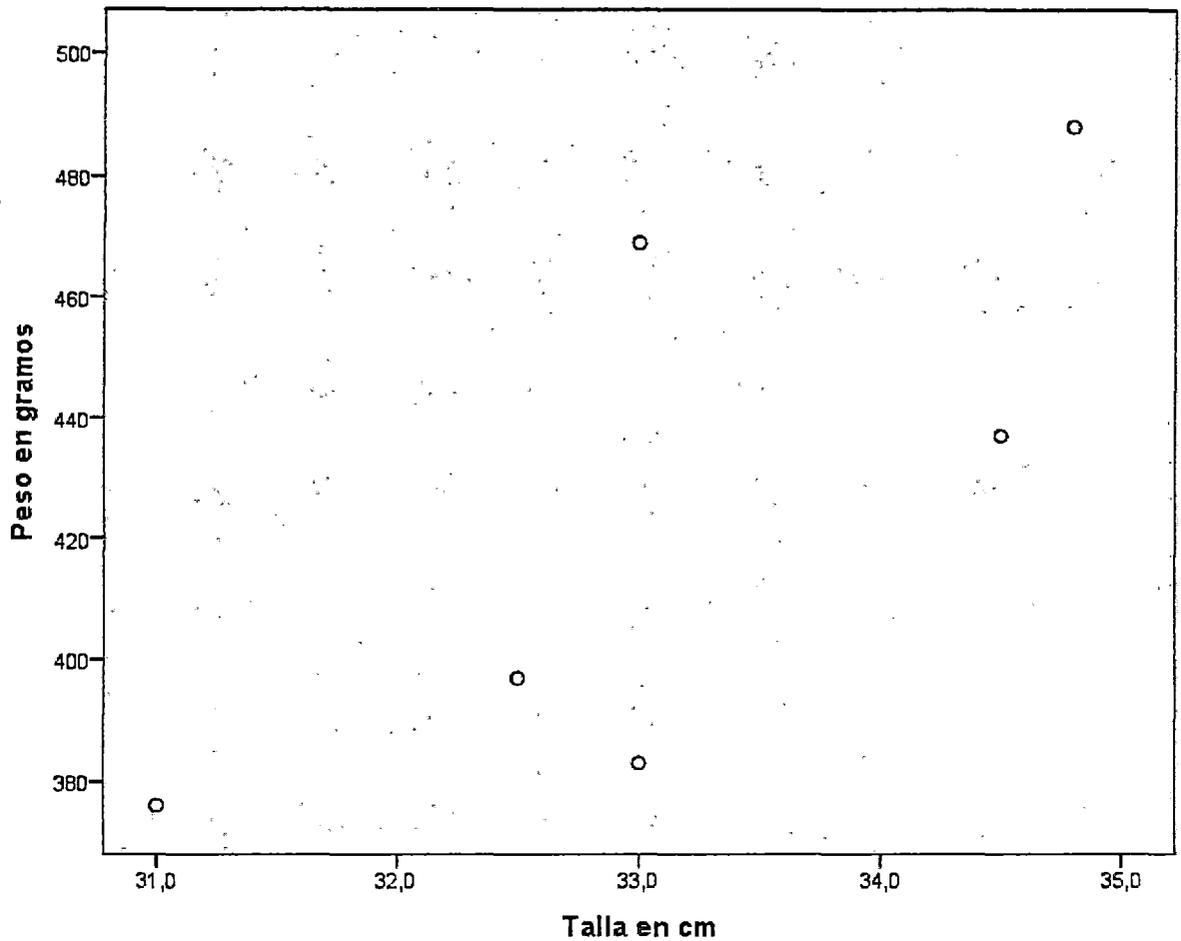
El peso de los peces colectados durante este mes, con relación a la talla, de acuerdo al diagrama de dispersión, se determinó que existe un relación positiva $r > 0$, y el valor de $r = 0,839$, confirmando esta afirmación.

Gráfico 16: Diagrama de dispersión mes de Mayo



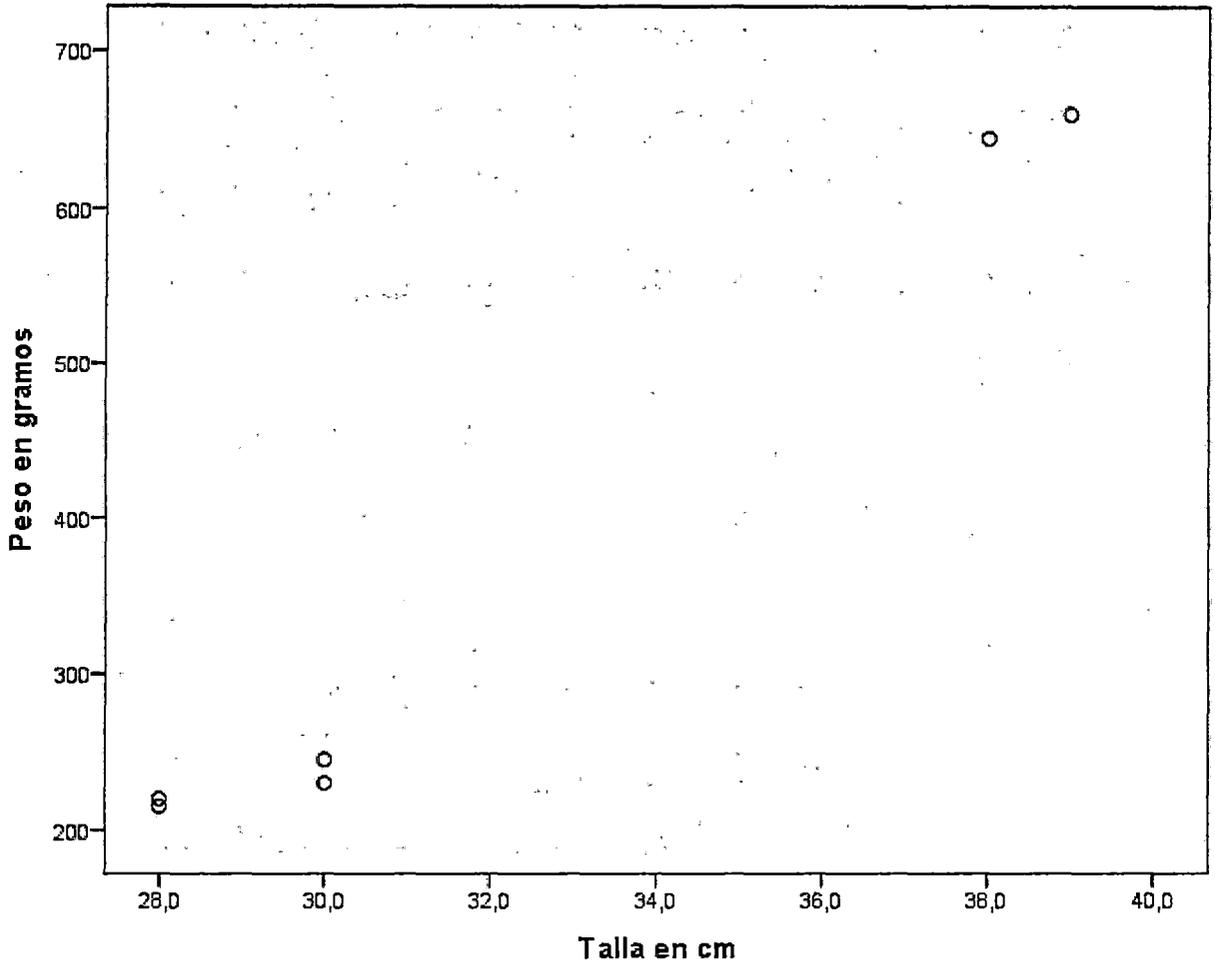
El peso de los peces colectados durante este mes, con relación a la talla, de acuerdo al diagrama de dispersión, se determinó que existe un relación positiva $r > 0$, y el valor de $r = 0,716$, confirmando esta afirmación.

Gráfico 17: Diagrama de dispersión mes de Junio



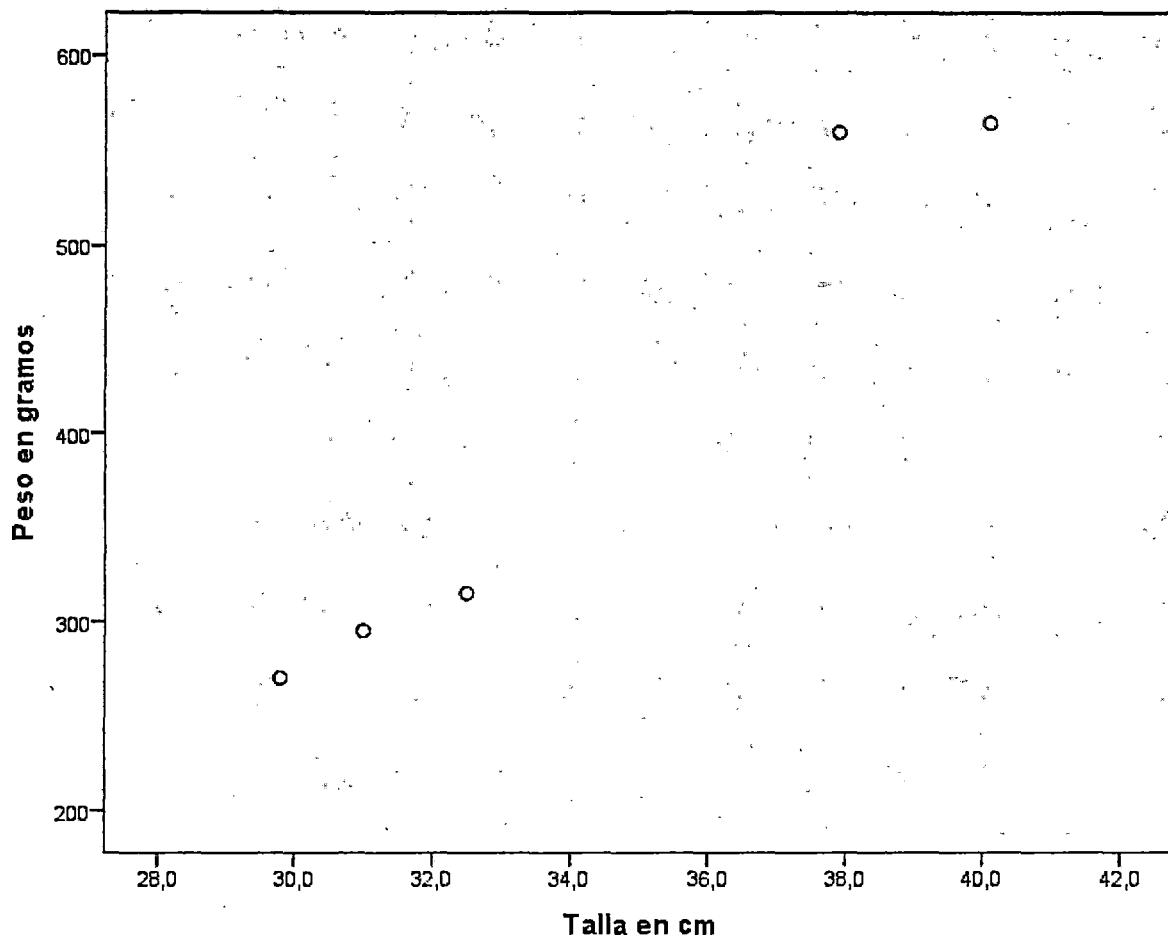
El peso de los peces colectados durante este mes, con relación a la talla, de acuerdo al diagrama de dispersión, se determinó que existe un relación positiva $r > 0$, y el valor de $r = 0,748$, confirmando esta afirmación.

Gráfico 18: Diagrama de dispersión mes de Julio



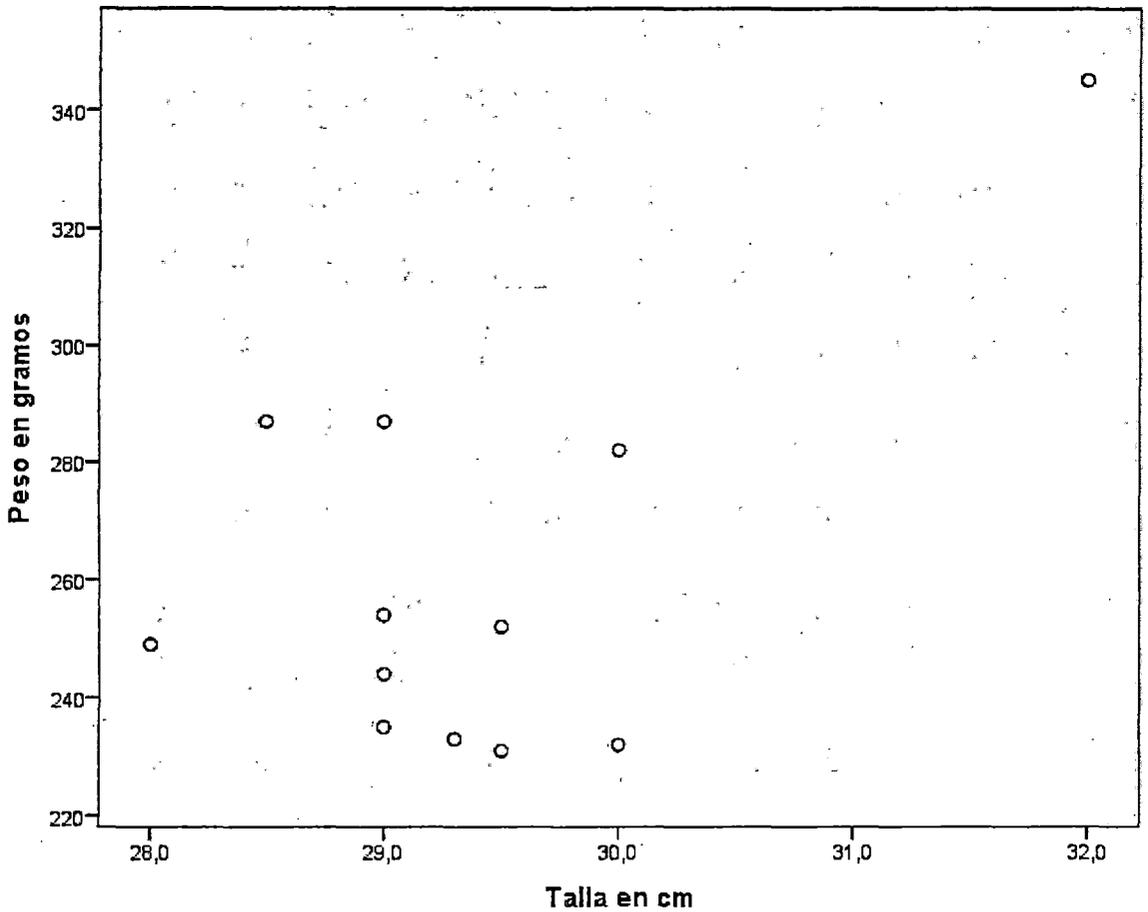
El peso de los peces colectados durante este mes, con relación a la talla, de acuerdo al diagrama de dispersión, se determinó que existe un relación positiva alta similares al mes de marzo, porque $r = 0,989$, es cercano a 1.

Gráfico 19: Diagrama de dispersión mes de Agosto



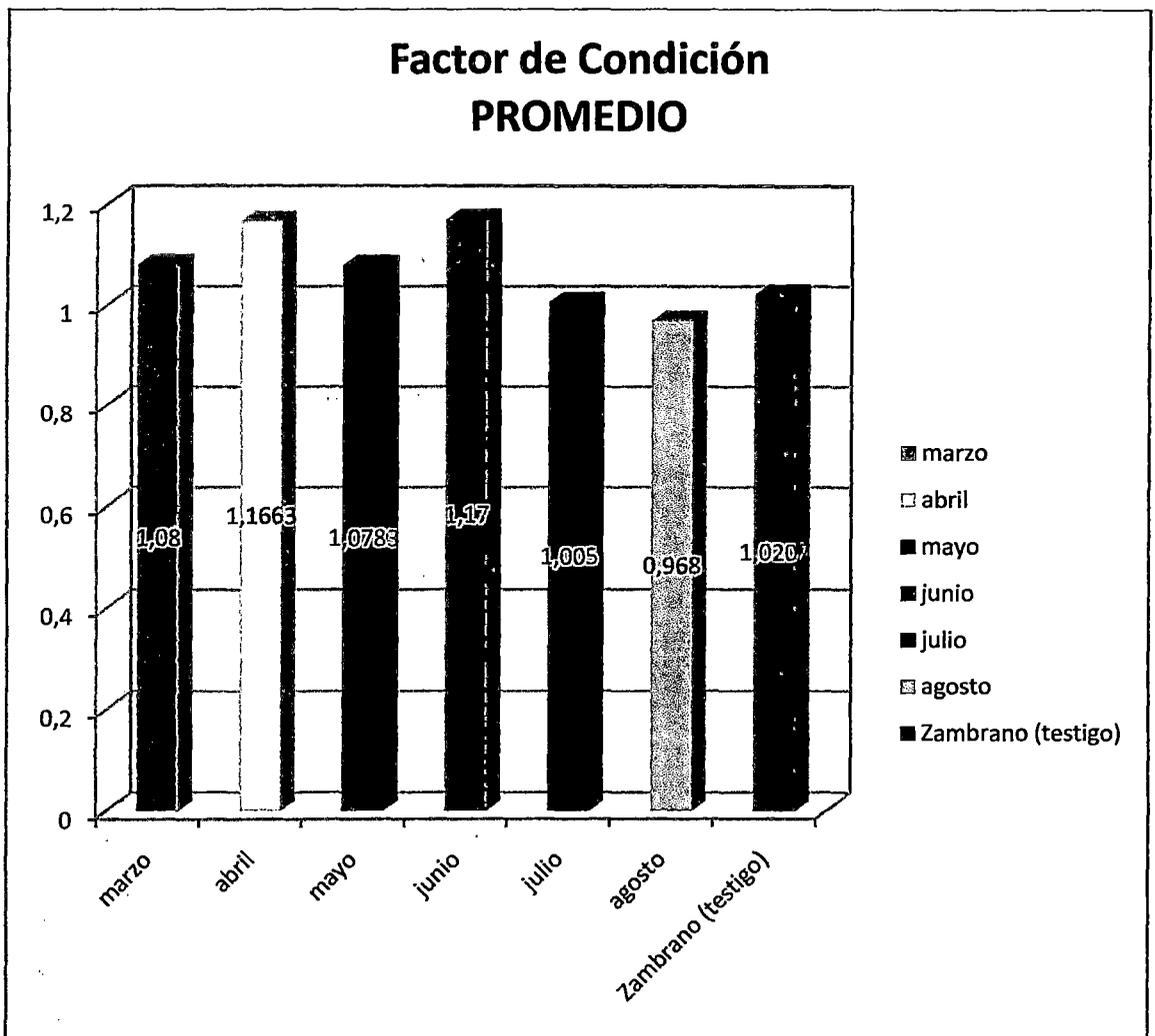
El peso de los peces colectados durante este mes, con relación a la talla, de acuerdo al diagrama de dispersión, se determinó que existe un relación positiva alta porque $r = 0,981$, es cercano a 1, similares a los meses de Marzo, y Julio.

Gráfico 20: Diagrama de dispersión (Zambrano)



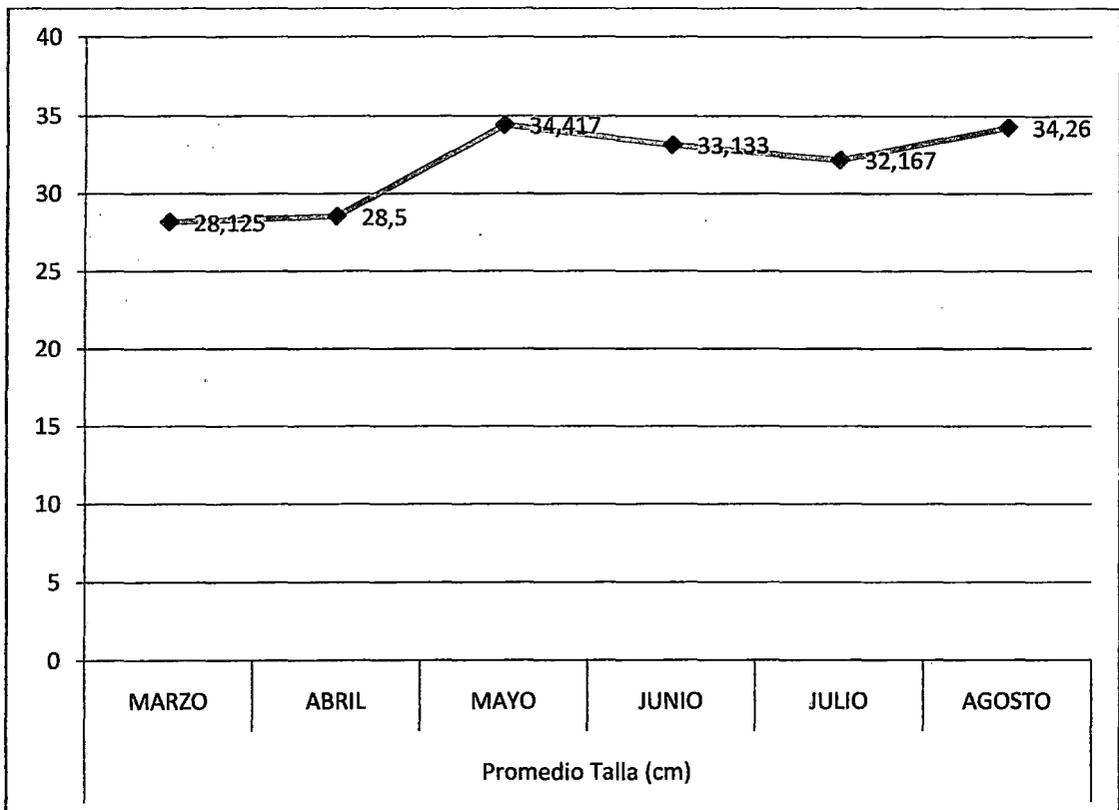
El peso de los peces colectados durante este mes, con relación a la talla, de acuerdo al diagrama de dispersión, se determinó que existe un relación positiva baja porque $r > 0$, y el valor de $r = 0,581$, confirmando esta afirmación.

Gráfico 21: Distribución del Factor de Condición (K)



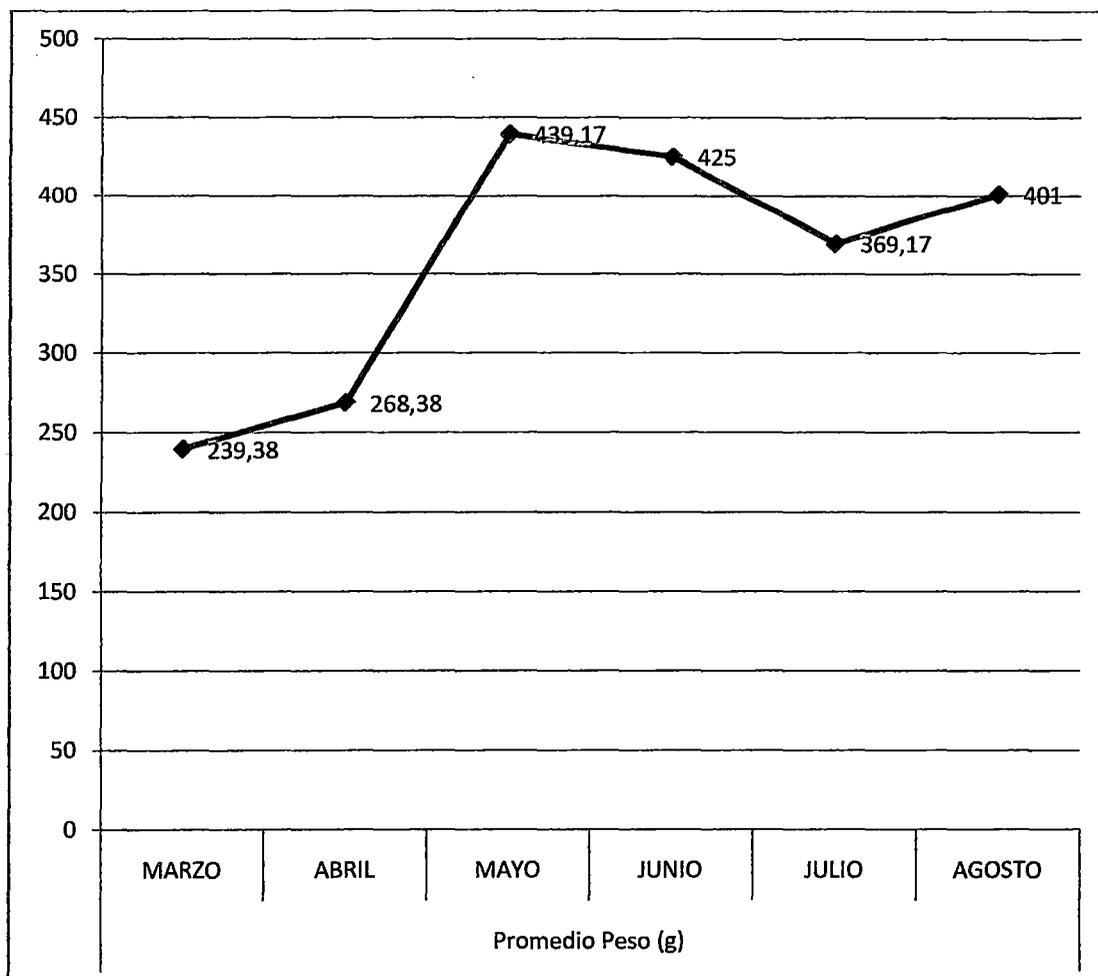
De acuerdo al factor de condición (K) los peces de mejor calidad fueron colectados en los meses de Abril y Junio y los de baja calidad fueron colectados en el mes de Agosto.

Gráfico 22: Talla promedio (mensual) de peces colectados



Los peces de mayor tamaño promedio fueron colectados en los meses de Mayo y Agosto, y el de menores tamaños fueron colectados en el mes de marzo, esto debido a que al inicio de la colecta de la muestra los peces se encontraron de menor tamaño y al finalizar el trabajo incrementaron de tamaño.

Gráfico 23: Peso promedio (mensual) de peces colectados



El peso promedio mayor se obtuvo en la colecta del mes de Mayo y Junio y los peces de menor peso se obtuvieron en el mes de Marzo y Abril. Debido a que al inicio de la colecta de la muestra los peces se encontraron de menor peso y al finalizar el trabajo tuvieron una ganancia de peso.

GALERIA DE IMAGENES

Entrada de agua



Salida de agua (desague)



Canal de distribución de agua a los estanques



Salida de agua en estanque de juveniles



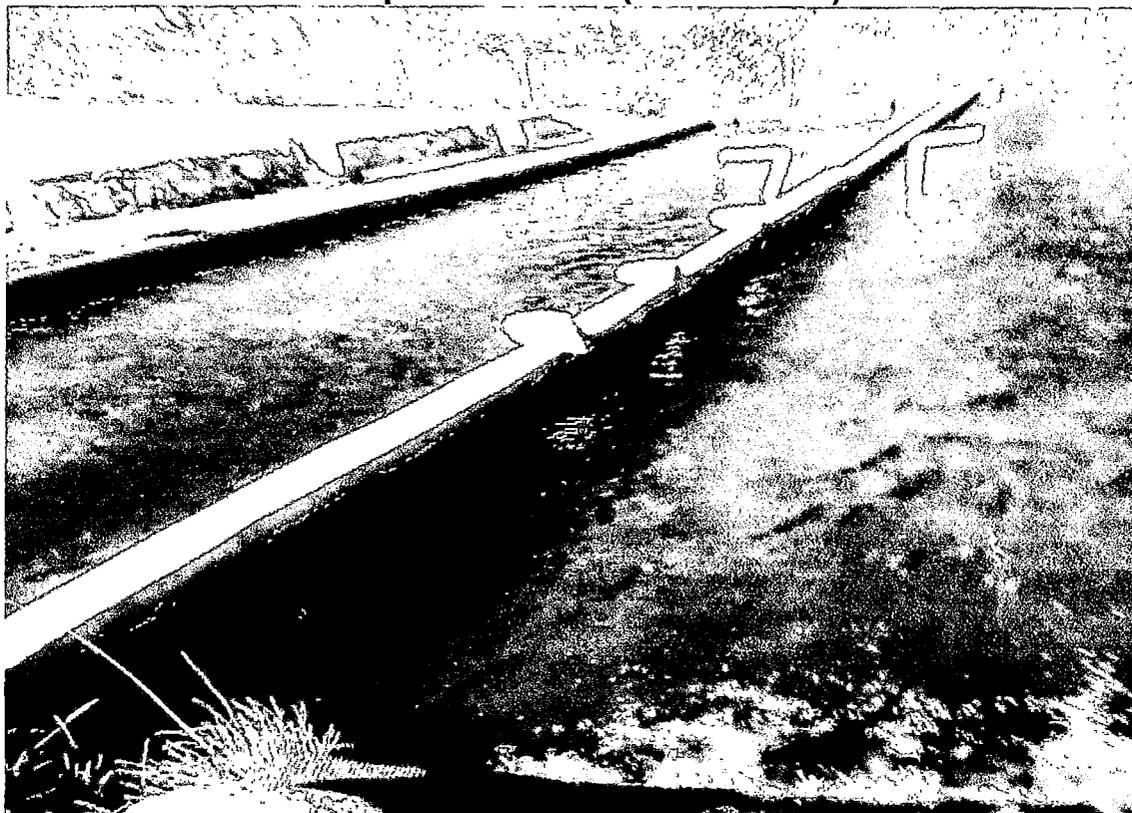
Toma de muestra de agua para Análisis Químico



termómetro de canastilla



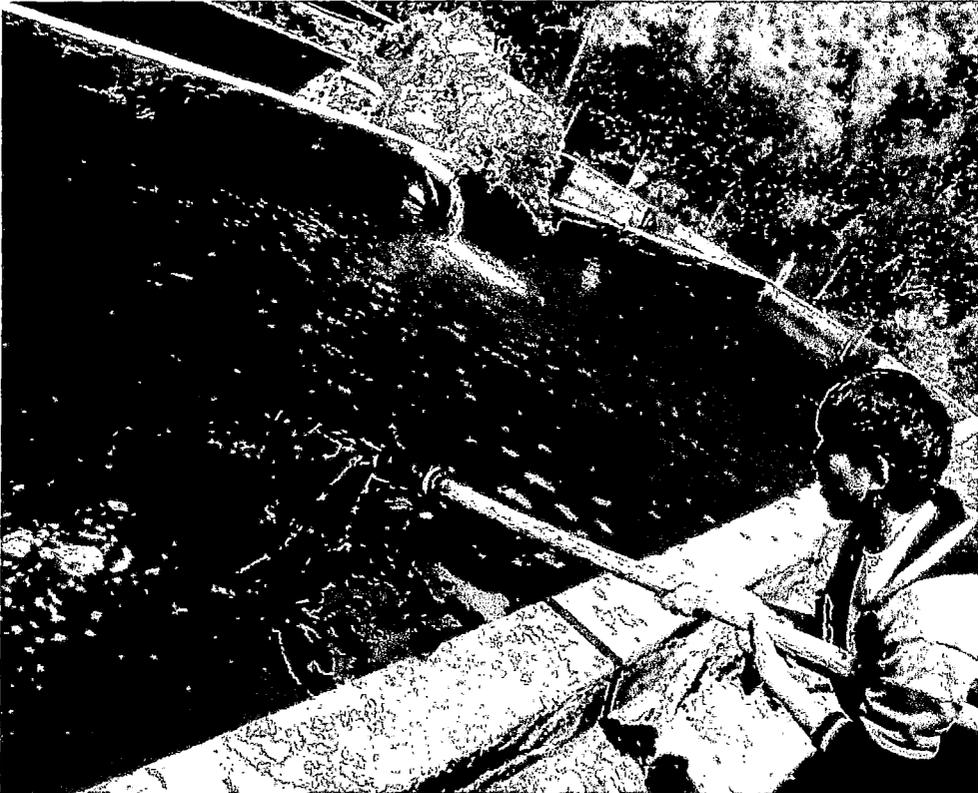
Estanques mellizeros (Pumahuanca)



Estanques en paralelo (Pumahuanca)



Captura de trucha con calca



Sacrificio de truchas para la evaluación



Muestra de truchas hembras



Determinación de la talla por medio de ictiómetro



Visita al centro piscícola bajo supervision del asesor



Determinando la talla



Determinando el peso



Extracción de las gonadas



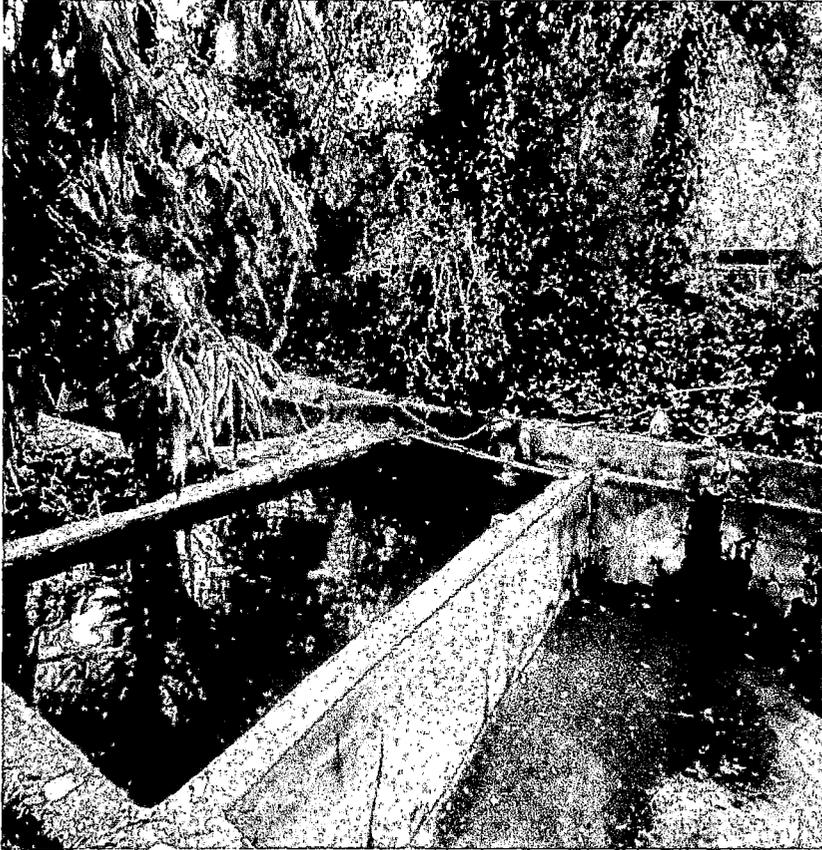
Trucha en etapa VI



Ovulos maduros de trucha en etapa VI



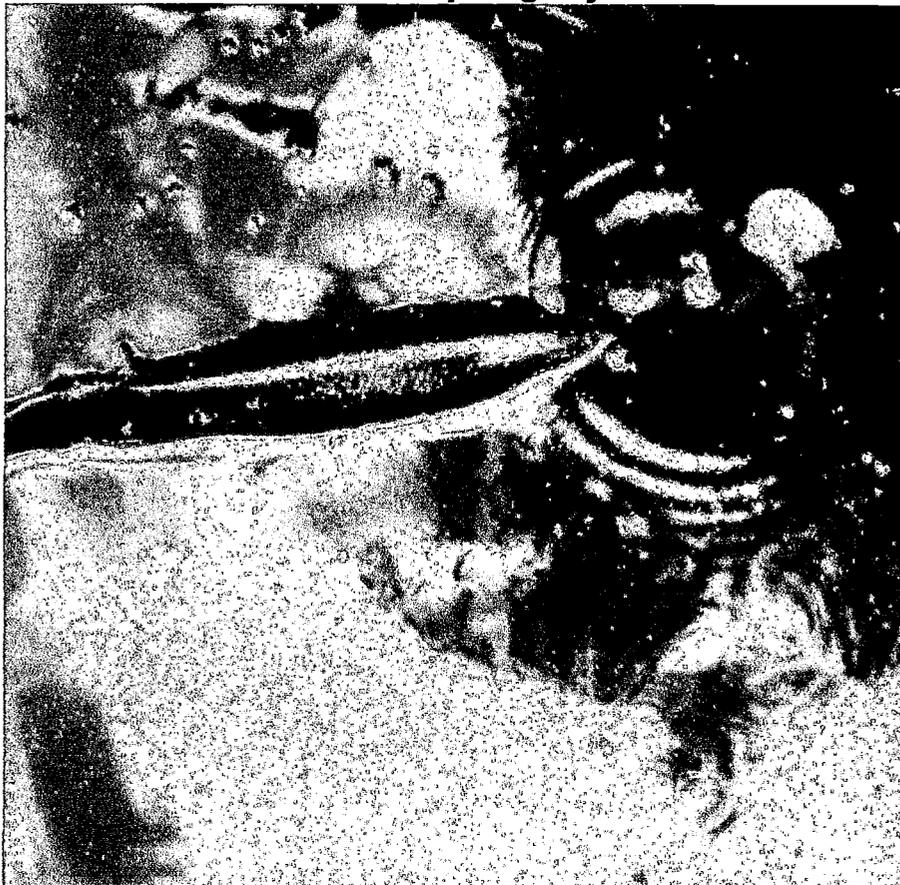
Estanque en paralelo (Zambrano)



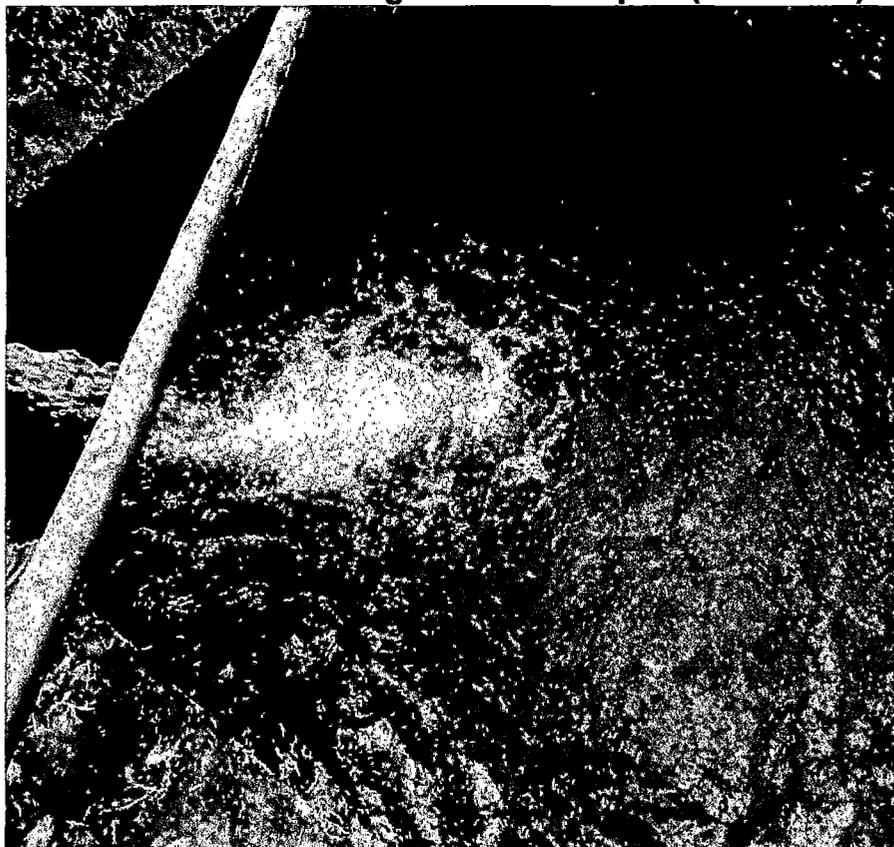
Captura de truchas con calcal (Zambrano)



Calidad hídrica de la piscigranja Zambrano



Caudal de entrada de agua a los estanques (Zambrano)



Truchas (sexo mixto) Zambrano



Toma de datos (talla y peso zambrano)



Muestras de Trucha monosexo para evaluación (Pumahuanca)



Corte de la trucha para la obtención de gónadas en laboratorio



Observación de las gónadas



Observación de las gónadas



Observación de las gónadas



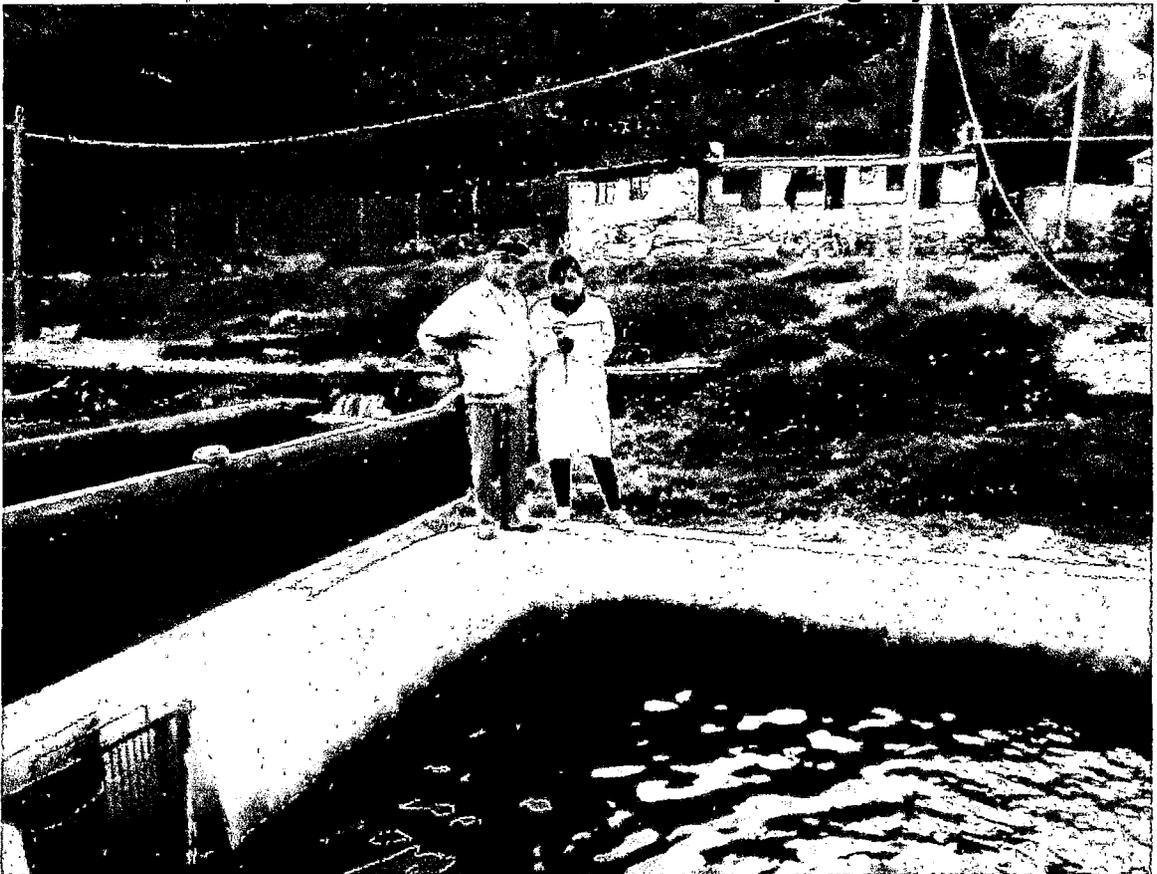
Extracción de las gónadas



Bosque de alisos (*Alnus acuminata*)



Observacion de las instalaciones de la piscigranja



Flora presente en la cuenca de Pumahuanca (*Senna birrostris*)



Flora presente en la cuenca de Pumahuanca (*Alnus acuminata*)

