

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA**

(CREADA POR LEY N° 25265)



## **FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA**

### **TESIS**

**EFFECTO DE DOS DISEÑOS DE ESTANQUE EN LA CONVERSIÓN  
ALIMENTICIA Y CONDICIÓN ANIMAL DE TRUCHAS "ARCO IRIS"  
(*Oncorhynchus mykiss*) EN ETAPA JUVENIL**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. FERNANDEZ DE LA CRUZ, Néstor**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**ASESOR:**

**Mg. MELANIO JURADO ESCOBAR**

**HUANCAVELICA - PERÚ**

**2016**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

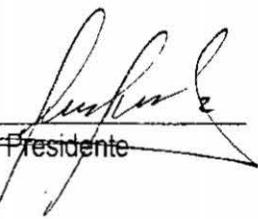
En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 28 días del mes de enero del año 2016, a horas 3:30 p.m, se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **Dr. Manuel CASTREJON VALDEZ (PRESIDENTE)**, **M.Sc. Elmer René CHÁVEZ ARAUJO (SECRETARIO)**, **M.Sc. José Luis CONTRERAS PACO (VOCAL)**, reestructurado con la Resolución de Consejo de Facultad N° 443-2015-FCI-UNH, de fecha 15 de octubre del 2015, aprobado el proyecto de investigación de tesis con la Resolución de Consejo de Facultad N° 059-2013-FCI-UNH de fecha 07 de febrero del 2013 y ratificados con Resolución de Decano N° 007-2016-FCI-UNH de fecha 26 de enero del 2016, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "EFECTO DE DOS DISEÑOS DE ESTANQUE EN LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y CONDICIÓN ANIMAL DE TRUCHAS "ARCO IRIS" (*Oncorhynchus mykiss*) EN ETAPA JUVENIL", presentado por el Bachiller **Néstor FÉRNANDEZ DE LA CRUZ**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Zootecnista**; en presencia del **Mg. Melanio JURADO ESCOBAR**, Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas 5.410 p.m se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO

POR... Mayoría .....

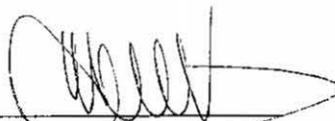
DESAPROBADO

En señal de conformidad, firmamos a continuación:

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Vº Bº Decano (e)

## DEDICATORIA

*A nuestros padres, por enseñarnos que la mejor herencia que nos pueden dar en esta vida es el estudio, por todos esos valiosos consejos y el apoyo incondicional que nos han brindado y sobre todo agradecidos por iniciarnos en una nueva etapa de la vida, que hoy en día nos lleva a lograr las metas y los objetivos. Les dedicamos esta tesis como muestra de agradecimiento y amor incondicional.*

*A nuestros hermanos, por el buen ejemplo y apoyo que siempre nos brindaron y mostrarnos el camino del bien y la verdad.*

*A nuestra alma Mater por el gran regocijo que nos da poder de terminar esta carrera en donde profesores y compañeros dejan parte de su vida, solo sabemos que este camino es el comienzo de grandes logros y éxitos.*

*Néstor.*

## AGRADECIMIENTO

A nuestro Jurados por su generosidad al brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la finalización de este trabajo.

Al Mg. Melaneo Jurado Escobar asesor de la tesis, quien con sus valiosas recomendaciones y sugerencias ayudaron al buen desarrollo de esta tesis.

Al Ing. Ángel Meza Poma, por habernos brindado sus instalaciones de la granja de truchas "La Cabaña" del Distrito de Acostambo Provincia de Tayacaja Departamento de Huancavelica, por guiarnos en el proceso de ejecución de las actividades del presente trabajo de investigación.

Queremos dejar constancia de nuestro sincero agradecimiento, a todos nuestros maestros que con sus conocimientos, experiencias y enseñanzas nos han motivado a seguir siempre adelante.

A los encargados de la granja de truchas "La Cabaña", Sr. Carlos Sedano Quiroz y el Sr. Máximo Taipe Lira, por las facilidades y apoyo técnico prestadas en el presente trabajo de investigación.

A nuestros compañeros de estudios universitarios, con quienes compartimos muchos momentos, de experiencias y conocimientos.

A nuestros padres por brindarnos su cariño, comprensión y apoyo incondicional, el ánimo de nuestros hermanos y gracias por sus comentarios, sugerencias y opiniones que han sido un gran apoyo para hacer de nosotros hombres en búsqueda constante de la verdad.

*Néstor.*

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Número de centros de producción de truchas formales en el Perú.	09
2.	10
3. Centros de producciones inspeccionadas operativas e inoperativas en la región por la DIREPRO - 2013.	
4. Biomasa final de los dos diseños de estanque en el periodo de evaluación.	36
5. Rentabilidad económica para estanque rectangular.	44
6. <i>Rentabilidad económica para estanque rectangular.</i>	45

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Factor de conversión alimenticia (Kg) de cada diseño de estanque.	36
1. Resultados ANOVA para el variable factor de conversión alimenticia.	54
2. Resultados ANOVA para el variable factor condición animal.	54
3. Resultados ANOVA para la variable tasa específica de crecimiento.	54
4. Resultados ANOVA para la variable biomasa final.	54
5. Resultados ANOVA para la variable supervivencia.	54
6. Datos obtenidos en todo el período de investigación.	54
7. Tabla de alimento y tipo de alimentación.	54

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
1. Tendencia del crecimiento (cm), de la trucha en estanques circular y rectangular.	54
2. Tendencia de variable factor de conversión animal por cada diseño de estanque.	54
3. Tendencia de variable factor de condición animal por cada diseño de estanque.	54
4. Tendencia de variable tasa específica de crecimiento por cada diseño de estanque.	54
5. Tendencia de variable biomasa final por cada diseño de estanque.	54
6. Porcentaje de variable biomasa final obtenida al pesar 1 000 unidades de trucha por cada diseño de estanque.	54
7. Porcentaje de supervivencia por cada diseño de estanque.	54
8. Porcentaje de mortalidad por cada diseño de estanque evaluado.	54

## ÍNDICE

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE</b>	
<b>RESUMEN</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA</b>	<b>03</b>
1.1. Planteamiento del problema.	03
1.2. Formulación del problema.	05
1.3. Objetivo: General y específicos.	06
1.4. Justificación.	06
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>08</b>
2.1. Antecedentes	08
1.2. Bases Teóricas.	16
2.3. Hipótesis.	24
2.4. Variables de estudio.	25
2.5. Operacionalización de variables e indicadores.	
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>26</b>
3.1.Ámbito de estudio	26
3.2. Tipo de investigación	26
3.3. Nivel de investigación	26
3.4. Método de investigación	26
3.5. Diseño de investigación	26
3.6. Población, Muestra, Muestreo.	27
3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos	28
3.8. Procedimiento de Recolección de Datos	28
3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	30
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>31</b>
4.1 Presentación de Resultados.	31
4.2 Discusión	37
<b>CONCLUSIONES</b>	
<b>RECOMENDACIONES</b>	

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

MATRIZ DE CONSISTENCIA.

41

**ANEXOS**

45

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

PANEL FOTOGRÁFICO.

## RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la granja de truchas "La Cabaña", ubicado en el Distrito de Acostambo, de la Provincia de Tayacaja Región de Huancavelica, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de dos diseños de estanque en la conversión alimenticia y condición animal de truchas (*Oncorinchus mikyss*) "Arco iris" en etapa juvenil, además se evaluó el factor de conversión alimenticia, factor de condición animal y la rentabilidad económica de cada diseño de estanque; en tal sentido se hizo la comparación simple de dos tratamientos y la estadística utilizada fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), el software estadístico fue el programa Minitab; para la colección de datos de peso y talla de truchas en cada diseño de estanque se obtuvo por un período de 6 semanas, cabe resaltar que las unidades experimentales fueron homogéneas, y las condiciones de T° fueron de 14° para cada estanque y el Oxígeno Disuelto fue de 7,3 y 7,8 ppm respectivamente.

Los resultados indican que al final del experimento se obtuvo un *factor de conversión alimenticia* de 1,23 kg para estanque rectangular y 1,20 kg para estanque circular; condición animal 1,28% para el estanque rectangular y 1,20% para el estanque circular; la rentabilidad económica 196,54 nuevos soles para el estanque rectangular y 202,60 nuevos soles para el estanque circular.

Para las variables evaluadas no se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ). Sin embargo en los resultados presentaron una ligera ventaja con respecto a los diseños de estanque circular ( $p < 0.05$ ).

Finalmente se llegó a la conclusión que la producción de truchas con diseño circular es más beneficioso en aspectos técnicos como económicos.

Palabras clave: Factor de conversión alimenticia, factor de condición animal, Temperatura.

## INTRODUCCIÓN

La producción de truchas en el Perú se encuentra en proceso de crecimiento, en tal sentido dicha producción depende prioritariamente de muchos factores (Ministerio de la Producción, 2013), como la alimentación que es básicamente el factor principal, el manejo, temperatura de agua, seguidamente el tema de diseño de infraestructura productiva, al cual está orientado el presente trabajo de investigación.

La trucha (*Oncorhynchus mykiss*) "arco iris" debe continuamente adaptarse a una variedad de ambientes de supervivencia, sin embargo en el presente trabajo de investigación se utilizó estanques de concreto con diseño rectangular (el más utilizado en Huancavelica y otras regiones), frente al diseño circular (diseño innovador). Es por ello que se planteó determinar el diseño de estanque que muestre mayores resultados y beneficios en aspectos de producción, productividad y rentabilidad, aspectos muy esenciales para demostrar científicamente a los productores de trucha en nuestra región, que diseño es el más apropiado para su actividad, motivo por el cual al finalizar la investigación se determinó ligera ventaja a favor del diseño circular, pero no hubo diferencias estadísticas significativas.

El Tesista.

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del problema.

Particularmente, los gastos en la alimentación es uno de los aspectos productivos más influyentes. Una utilización más eficiente del alimento se puede traducir en una importante disminución en los costos de producción. Debido a que el alimento y los costos de alimentación generalmente representa el mayor costo operativo de una explotación intensiva de engorde, según. Stevenson *et al.* (1985) pueden constituir hasta el 65% de los costos de producción anuales totales de los criaderos comerciales, es esencial que el alimento sea suministrado de tal manera que proporcione un máximo de biomasa producida por cada unidad de alimento entregada.

También en un sistema intensivo de producción, en estanques de concreto especialmente con un diseño rectangular; existe por el diseño zonas muertas (las esquinas), donde no llega el oxígeno disuelto a la caída del agua, esto especialmente porque al caer el agua genera oxígeno disuelto solo en dicha zona, sin embargo al tener longitudes de 10 a 12 m los estanque rectangulares, el oxígeno llega en muy pocas cantidades a la parte final del estanque. Se le considera zona muerta dichas esquinas, sabiendo que por naturaleza los cardúmenes formados por las truchas su movimiento viene a ser en forma circular, haciendo que con dichos movimientos no se llegue a las esquinas convirtiéndolas en zonas muertas. Al tener estas longitudes de largo también hacen que se concentre las heces en la parte inferior, incrementando los costos en mano de obra. Todas estas problemáticas

influyen directamente en la rentabilidad de los productores de truchas en nuestra región.

En la región de Huancavelica en el año 2008 caducaron 16 resoluciones y el año 2009 se cuenta con 21 resoluciones estas sin autorización para la actividad truchícola, según informa de la DIREPRO (Dirección Regional de Producción), estos centros de producción a menor escala dejaron de producir; esto a consecuencia de la baja rentabilidad que obtienen los productores dedicados a esta actividad, haciendo que la producción truchícola sea inferior a los departamentos de Puno y Junín.

**Cuadro 1. Número de centros de producción de truchas formales en el Perú.**

N°	Región	Subsistencia	Menor Escala	Mayor Escala	Total
1	Puno	43	566	2	611
2	Junín	66	117	2	185
3	Huancavelica	66	67	1	134
4	Arequipa	121	0	0	121
5	Pasco	60	35	2	97
6	Ayacucho	27	69	0	96
7	Apurímac	76	18	0	94
8	Cusco	57	18	0	75
9	Ancash	21	24	0	45
10	Lima	20	21	0	41
11	Amazonas	19	16	0	35
12	La Libertad	20	9	1	30
13	Cajamarca	17	5	1	23
14	Huánuco	14	8	0	22
15	Tacna	1	10	0	11
16	Moquegua	1	0	0	1
<b>TOTAL</b>		<b>629</b>	<b>983</b>	<b>9</b>	<b>1 621</b>

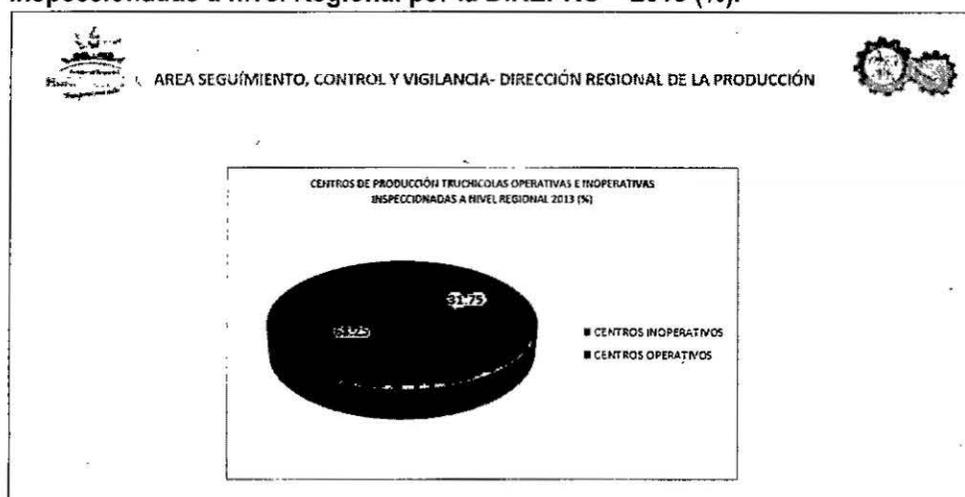
Fuente: Dirección Regional de Producción Huancavelica - 2008.

Esto a consecuencia de la poca participación de las entidades públicas y privadas en invertir en el desarrollo de este sector.

En la producción de truchas los costos más altos son la alimentación que es el 58% y el costo de mano de obra que es el 17%, la suma de estas dos partidas dan el 75% y el restante que es un 25% está considerado en semovientes, asistencia

técnica, materiales entre otros, cifras que hasta el momento no se han podido reducir, básicamente por no encontrar el sustituto alternativo a la harina de pescado. Según la Dirección Regional de la Producción, del Gobierno Regional de Huancavelica, el Área de Seguimiento, control y vigilancia, realizaron las inspecciones a los centros de producción en la región, por tanto reporto un 31,75% de centros inoperativos y un 68,25% centros operativos, demostrando así un alto porcentaje de centros en estado inoperativo, resultando que la actividad no sea tan rentable, a causa del poco interés de las autoridades competentes en innovación como en inversión, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2. Centros de producción truchícola operativas e inoperativas inspeccionadas a nivel Regional por la DIREPRO – 2013 (%).**



Fuente: Dirección Regional de Producción Huancavelica - 2008.

Estas dificultades en la producción de truchas, nos llevaron a realizar la investigación, donde se utilizara estanques circulares en la cual se pueda aprovechar mejor los espacios, reducir la mano de obra y el periodo de producción de la trucha.

## 1.2. Formulación de problema.

¿Cuál es el efecto de dos diseños de estanque en la Conversión alimenticia y Condición animal de Truchas "Arco Iris" en etapa Juvenil?

### **1.3. Objetivo:**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Determinar el efecto de dos diseños de estanque en la conversión alimenticia y condición animal de truchas "arco iris", en etapa juvenil.

#### **1.3.2. Objetivo específico.**

- a. Determinar el factor de conversión alimenticia de truchas "arco iris", en etapa juvenil bajo dos diseños de estanque.
- b. Determinar el factor de condición animal de truchas "arco iris" en etapa juvenil, bajo dos diseños de estanque.
- c. Determinar la rentabilidad económica de la producción de truchas en etapa juvenil bajo dos diseños de estanque.

### **1.4. Justificación**

La piscicultura es un campo en pleno crecimiento y desarrollo que contribuye de modo satisfactorio a la economía de muchos países, especialmente en el Perú, mediante la generación de empleos y divisas. Por muchos años la actividad dependió exclusivamente de la captura de especies piscícolas de su medio natural y artificial; tal como se desarrolla en la región de Huancavelica, donde viene produciendo en jaulas flotantes (en lagunas) y en estanques (en ríos).

La producción intensiva de las truchas (*Oncorhynchus mykiss*) "arco iris", como producto de calidad depende básicamente de niveles óptimos en la calidad del agua y en la distribución de los diferentes parámetros físicos como el oxígeno en un estanque; si nos referimos a la producción de truchas en estanques de concreto, podemos encontrar el diseño de forma rectangular y la otra de forma circular, estos diseños nos permitirán evaluar el desempeño productivo de la trucha, como las ventajas comparativas en ganancias económicas.

La producción en estanques de concreto es el más utilizado en nuestra región, y la mayor parte utilizan el diseño rectangular, existiendo solamente un productor de

truchas que viene utilizando el diseño circular, es así que este diseño innovador (circular) permite aprovechar todos los espacios existentes, sin dejar zonas muertas, también se adecua al movimiento de los cardúmenes de trucha que son en forma circular y al movimiento anti horario que genera el agua se distribuye apropiadamente el oxígeno, generando un desarrollo fisiológico eficiente a la trucha, también este movimiento contribuye a la generación de auto limpieza sedimentada por las heces de las truchas, resultando un ahorro en costos en utilización de mano de obra, retribuido en mejores ingresos económicos al productor.

En la región de Huancavelica según la Dirección Regional de Huancavelica – DIREPRO, existen 150 ríos, 115 lagunas, 27 riachuelos y 8 manantiales; teniendo un potencial hídrico envidiable en el mundo, los cuales no son bien aprovechados por los pobladores, existiendo en la actualidad pobladores y niños con problemas de desnutrición crónica y sumidos en la pobreza. Por lo tanto, el estudio que aquí se presenta es una contribución para ese propósito de incentivar a la inversión privada, para lo cual se utilizó variables principales que nos ayudaran a comprender el eficiente desarrollo de la trucha en etapa juvenil de forma intensiva; también nos ayudará a comprender mejor el comportamiento y el desempeño de esta especie en cautiverio.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes.

##### A nivel Internacional:

Morales y Quiroz (2007), realizaron la investigación titulada: "Desempeño productivo de la trucha arco iris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación"; el objetivo fue: determinar la ración óptima de alimento a suministrar diariamente a juveniles de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) durante la estación de mayor crecimiento, así mismo evaluar el efecto de la estrategia alimentaria utilizada sobre la condición corporal de las truchas bajo las condiciones de un criadero comercial, llegando a los siguientes resultados:

Variable longitud final (cm) T1=22.4, T2=21.2, T3=20.3; peso final (g) T1=153.9, T2=110.5, T3=75.1; Mortalidad (N° día) T1=1.66, T2=1.41, T3=2.52; SGR (Tasa específica de crecimiento) (% día) T1=3.35, T2=1.94, T3=0.07; FCA (Factor de conversión alimenticia) (Kg) T1=1.32, T2=1.13, T3=0.00.

T1=Alimentación a saciedad, T2=Ración de crecimiento, T3=Ración de mantenimiento.

Concluye que: Los cambios observados en la condición corporal de los peces según el tratamiento aplicado de muestran que el uso de una estrategia de producción basada en restricciones alimentarias frecuentes, hasta el nivel de mantenimiento, genera una importante pérdida de condición corporal de las truchas. Este aspecto se puede observar en los individuos del grupo J3, los cuales no aumentaron significativamente su peso corporal, pero sí su longitud.

En el presente estudio el factor de conversión alimentaria (FCA) global no difirió significativamente entre el tratamiento alimentación a saciedad (J1) y la ración de

crecimiento (J2). A partir de la función que relaciona el FCA y la tasa específica de crecimiento de los peces (TEC o SGR), se observó que al trabajar con una baja tasa de crecimiento, el factor de conversión es elevado, es decir, la eficiencia alimentaria es baja. A medida que la tasa de crecimiento aumenta, el factor de conversión disminuye, mejorando la eficiencia alimentaria hasta alcanzar un óptimo biológico, el cual se mantiene hasta los valores máximos de crecimiento logrados con una alimentación a saciedad (máximo consumo voluntario de alimento).

Por tanto, se hace necesario que el productor utilice las distintas tablas y modelos disponibles para el cálculo de raciones como una guía, para luego elaborar su propia base de datos con la cual pueda adaptar dichos modelos a las condiciones particulares de su criadero.

De acuerdo a los resultados obtenidos y bajo las condiciones de cultivo del presente estudio, se concluye que si el productor desea obtener un rápido crecimiento de los peces, alimentar a saciedad sería la mejor opción durante el verano cuando la temperatura del agua se encuentra cercana al óptimo de la especie.

Rossi (2010), realizó la investigación titulada: "Crecimiento y tasa de ingestión de alimento de juveniles de Cabrilla Sardinera (*Mycteroperca rosacea*) bajo diferentes densidades de cultivo"; el objetivo planteado fue: Estudiar el efecto de la densidad de cultivo en el crecimiento de juveniles de cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*), llegando a los siguientes resultados:

Variables Peso final (g) T1=54.45, T2=48.10, T3=44.96; Longitud final T1=15,74; T2=14,72; T3=14,40; TEC (Tasa específica de crecimiento) (% día) T1=1,51; T2=1,23; T3=1,02; FAC (Factor de condición animal) (% día) T1=4,27; T2=8,96; T3=16,08; Supervivencia (%) T1=100, T2=100, T3=100.

T1=77 peces/ m<sup>3</sup>, T2=154 peces/ m<sup>3</sup>, T3= 230 peces/ m<sup>3</sup>.

Y concluye que: La densidad de cultivo actuó de manera determinante sobre el crecimiento de la Cabrilla Sardinera, para las densidades estudiadas pudo establecerse que el crecimiento de esta especie disminuyó en la medida que se incrementó la densidad y que el grupo sembrado a menor densidad presentó las mayores tasas de crecimiento.

La supervivencia no se vio afectada por las densidades de cultivo probadas alcanzando el 100% en todos tratamientos, lo que indicó que el sistema de cultivo utilizado fue adecuado para el desarrollo de juveniles de cabrilla sardinera.

El coeficiente de variación aumentó con el tiempo y fue igual en todos los tratamientos lo que indica que esta es una especie que presenta la formación de grupos o individuos dominantes independiente de la densidad de cultivo. Esto sugiere la necesidad de estudiar el efecto de la separación de tallas en las distintas fases de desarrollo.

La densidad de cultivo recomendada para el cultivo de juveniles en fase de pre- engorda en laboratorio es de 77 peces.m<sup>3</sup>.

Morales (2004), realizó la investigación titulada: "Crecimiento y eficiencia alimentaria de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación"; se planteó el objetivo: evaluar el crecimiento y la conversión alimenticia de un lote de truchas en engorde bajo condiciones intensivas de un criadero comercial para determinar la ración optima a suministrar, estudiar la evolución del factor de condición corporal y su relación con la predicción del peso vivo a partir de la longitud total de las truchas bajo distintos criterios de alimentación, llegando a los siguientes resultados:

Variable Porcentaje del peso corporal T1=4,41; T2=2,19; T3=1,58; TEC (Tasa específica de crecimiento) T1=3,35; T2=1,94; T3=0,07; FCA (Factor de conversión alimenticia) T1=1,32; T2=1,13; T3=0,00.

T1=Alimentación ad-libitum, T2=Ración de crecimiento, T3=Ración de mantenimiento.

Y concluye que: Por lo tanto, para mantener a un lote de truchas con un determinado peso corporal, la ración diaria que se debe entregar correspondería a un valor cercano a 1,3% del peso corporal. Se debe tener en cuenta que el anterior es un valor aproximado y solo tendría utilidad en la época estival, ya que el estudio se llevó a cabo cuando la temperatura del agua se encontraba dentro del rango óptimo para la especie (14 – 16°C).

A partir de los resultados de crecimiento y del alimento suministrado durante el transcurso del ensayo se obtuvo la ecuación que relaciona el crecimiento específico con la conversión alimentaria. Cuando se trabaja con tasas bajas de crecimiento, el factor de conversión es elevado, es decir, la eficiencia alimentaria es menor. A medida que la tasa de crecimiento aumenta, el factor de conversión disminuye, aumentando la eficiencia alimentaria hasta que alcanza un óptimo biológico. En este punto de inflexión se obtiene la mejor eficiencia de conversión del alimento suministrado (2.6%). Luego el óptimo biológico, en la medida que aumenta la tasa de crecimiento, el factor de conversión lo hace en el mismo sentido, por lo que la eficiencia de conversión empeora.

La mejor eficiencia alimentaria (FCA = 1,1) se obtuvo cuando las truchas poseían una tasa específica de crecimiento igual a 2,6 % del peso corporal. Por lo tanto, la ración diaria óptima se encontraría cercana al 2,9% del peso corporal. Al comparar los resultados globales de conversión alimenticia, se observó que el factor de conversión correspondiente al grupo experimental alimentado *ad – libitum*, luego de la primera semana de tratamiento, se mantuvo por encima del alimentado con una ración de crecimiento. Sin embargo, a pesar de que las medidas de ambos grupos difirieron en sus valores, estas no fueron significativamente diferentes.

Laibe (2010), realizó la investigación titulado: "Efecto de la temperatura y la calidad de la dieta en la retención de nutrientes del Salmon del Atlántico (*Salmo salar*) en Chile", el objetivo planteado fue: Determinar el efecto de factores ambientales y nutricionales, en la retención de los nutrientes del Salmon del Atlántico (*Salmo salar*), llegando a los siguientes resultados:

Factores Temperatura 2 tratamientos: 9°C y 15°C y el factor dieta 3 tratamientos: P48, P43 y P39 (dietas isocalóricas con 48%, 43% y 39% de proteína).

a. Consumo del alimento.

El consumo estandarizado para *S. salar* de 150 gramos, no presentó diferencias significativas entre los contenidos de proteínas de la dieta, ni entre las temperaturas utilizadas. Observándose un valor promedio de consumo por individuo de  $1,83 \pm 0,04$  g día<sup>-1</sup>. No obstante, se observó una tendencia a un menor consumo, por efecto de la temperatura, en los peces sometidos al tratamiento de 15°C.

b. Eficiencia del alimento (EA).

Los niveles de proteínas en la dieta y las temperaturas no mostraron un efecto significativo sobre la eficiencia del alimento, arrojando un valor promedio entre los tratamientos evaluados de  $0,61 \pm 0,03$ . Sin embargo, se observó una tendencia ( $p = 0,078$ ) a una menor eficiencia del alimento en el tratamiento de 15°C.

Y concluye que:

- La tasa de consumo estandarizada, no fue afectada por los niveles de proteína en las dietas, ni por las temperaturas usadas. No obstante, el consumo registró una tendencia a ser mayor cuando la temperatura es de 15°C.
- Los índices de condición K y  $W_r$ , no fueron afectados por el factor temperatura ni por los niveles de proteínas de las dietas. Manteniéndose en un valor de  $1,04 \pm 0,01$  y  $1,29 \pm 0,04$  respectivamente.

- Desde el punto de vista de la retención del fósforo se propone que la dieta P43 es la dieta menos contaminante, porque los salmones alimentados con esta dieta muestran las retenciones más altas de este nutriente.
- Desde el punto de vista de la retención de nitrógeno, al existir una interacción significativa entre la dieta y la temperatura, la dieta en la que los salmones logran la mayor retención de nitrógeno a 15°C es la dieta P48. No obstante, a la temperatura de 12,5°C con todas las dietas, los salmones retienen similarmente este nutriente.
- La retención de la energía fue afectada por la interacción del factor dieta y temperatura. Mostrando la retención de energía más alta en las dietas P48 y P43 a la temperatura de 15°C.

Ramos (1998), realizó la investigación titulado: "Relación longitud – peso y factor de condición en el Barrilete Negro *Euthynnus lineatus*, capturado en el litoral de Oaxaca, México; el objetivo planteado fue: evaluar la dinámica mensual y estacional de la relación longitud-peso y el factor de condición total de *E. lineatus*, en aguas costeras de la región sureste del pacífico mexicano; llegando a los siguientes resultados:

Un total de 9 490 ejemplares de *E. lineatus* fueron medidos y pesados entre mayo de 1997 y mayo de 1998, variando el tamaño de la muestra entre 266 y 1 735 ejemplares/mes. La talla mínima general varió entre 33 (marzo/1998) y 43 cm (julio/1997), situándose la talla mínima promedio en los  $39,4 \pm 1,5$  cm (ds = 2,5013). En tanto que los valores máximos se situaron en el rango de 58(mayo/1997-abril/1998) a 65 cm (jul/1997) de longitud total, ubicándose la talla máxima promedio en  $60,8 \pm 1,3$  cm (ds = 2,2043). De acuerdo con el análisis de varianza, la población exhibe una estructura por tallas que varía significativamente ( $F = 1,7527$ ;  $g/ = 13, 12$ ,  $p < 0.05$ ) tanto mensual como estacionalmente, revelando la dinámica poblacional del recurso en el área de estudio.

Del total de ejemplares medidos y pesados a 1 141 organismos se les registró la longitud patrón, cuyos valores variaron entre 35 y 54 cm, situándose la longitud patrón promedio en  $47,2 \pm 0,2$  cm ( $ds = 2.2487$ ).

Respecto al peso individual, los valores mínimos variaron entre 380 (nov/1997) y 1 220 g (may/1997), con un peso promedio mínimo en los  $864,6 \pm 144$  g ( $ds = 238,2091$ ). En tanto que el peso máximo varió entre 2 120 (oct/1997) y 3,410g (jul/1997), ubicándose el peso máximo promedio para todo el periodo en  $2 647.7 \pm 215$  g ( $ds = 355.649$ ). Al igual que la talla, la biomasa individual mostró importantes variaciones a lo largo del periodo de estudio ( $F = 1,75$ ,  $gl = 13, 12$ ,  $p < 0.05$ ), tanto mensual como estacionalmente.

En el caso del índice del factor de condición (k), sus valores mensuales variaron entre  $k = 0,025$  (jun/97) y  $k = 0,6$  (mar/98), situándose el valor promedio anual en  $k = 0,2067 \pm 0,1105$  ( $ds = 0,1829$ ). Aun cuando gráficamente este índice muestra incrementos importantes a lo largo de su trayectoria, en términos generales sus valores describen una tendencia hacia el crecimiento, alcanzando su máximo valor en marzo (primavera), disminuyendo posteriormente en abril y registrando valores similares en los meses de mayo.

Y concluye que:

- Los resultados demuestran que a partir de noviembre la condición de la población experimenta un incremento generalizado hasta alcanzar su máximo valor en marzo, para luego disminuir drásticamente en abril.
- Caso contrario sucede con los valores del coeficiente  $\beta$ , ya que a partir de junio de 1997 decrecen sostenidamente hasta detenerse en marzo de 1998, incrementándose en abril y alcanzando su máximo valor en mayo de 1998.
- Tal comportamiento revela una mayor influencia del factor de condición sobre el coeficiente de alometría, debido a que genéticamente el organismo tiene una

mayor propensión a crecer más en peso que en longitud, lo que se traduce en un crecimiento desproporcionado o alométrico.

#### **A nivel nacional:**

Huaylinos (2006), realizó la investigación titulado: "Influencia de tres condiciones lumínicas en el incremento de peso y conversión alimenticia en alevinos de trucha "arco iris" (*Oncorhynchus mykiss*), en la piscigranja "La Cabaña" distrito de Sapallanga", el objetivo planteado fue: evaluar la influencia de tres condiciones lumínicas en la biomasa, longitud, incremento de peso, consumo de alimentos y la conversión alimenticia en alevinos de trucha, determinar la condición lumínica adecuada para el mejor desarrollo de los alevinos de trucha, y su beneficio económico; llegando a los siguientes resultados:

Tratamientos T1=Luz total, T2=Luz parcial, T3=Oscuridad.

Variable FCA (Factor de conversión alimenticia) (Kg) T1=0,890, T2=0,872, T3=1,100; Mortalidad (%) T1=2,0, T2=1,0; T3=0,5; Beneficio económico (1 000 alevinos) (S/.) T1=184,98; T2=238,65; T3=226,44.

Y concluye que:

- a. A la evaluación final el mayor promedio de longitud individual lo obtuvo el tratamiento que recibió luz parcial, siendo su valor de 15,00 cm. y el menor promedio lo obtuvo el que recibió luz total, siendo su promedio de 13,88 cm. El tratamiento de oscuridad obtuvo el valor de 14,54, existiendo diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre los tratamientos.
- b. Cuando se evaluó el mayor incremento de peso, al final del estudio el tratamiento que tuvo mayor promedio fue el de luz total, siendo su valor de 4,140 Kg. seguido del tratamiento con luz parcial cuyo promedio fue de 4,122 y el menor promedio lo tuvo el tratamiento que recibió oscuridad siendo su valor de 2,941 Kg. Sin presentar diferencias estadísticas significativas entre los

tratamientos de luz total y luz parcial, pero ambas presentan diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) frente al tratamiento de oscuridad.

- c. El tratamiento que tuvo mejores resultados en cuanto a conversión alimenticia fue el tratamiento que recibió luz parcial siendo su valor de  $0,872 \pm 0,03$ . Seguido del tratamiento con luz total cuyo promedio fue de  $0,890 \pm 0,04$  y finalmente el tratamiento de oscuridad, siendo su valor de  $1,100 \pm 0,10$ ; para los tratamientos de luz total y oscuridad total no existen diferencias estadísticas, pero ambas si presentan diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) con respecto al tratamiento de luz parcial.
- d. El mayor beneficio económico se obtuvo con el tratamiento que recibió luz parcial, seguido del tratamiento de oscuridad, mientras que el menor se obtuvo con el tratamiento que recibió luz total, siendo los benéficos económicos de S/. 238,65; S/. 226,44 y S/. 184,98; respectivamente.
- e. Frente a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, y de acuerdo a los análisis estadísticos evaluados, se observa que el tratamiento de luz parcial obtuvo los mejores indicadores en la mayor parte de aspectos evaluados, seguido del tratamiento de oscuridad, y finalmente el tratamiento de luz total.

## **2.2. Bases teóricas.**

### **2.2.1. Trucha arco iris**

Cachafeiros (1995), menciona que la trucha "arco iris" anteriormente era conocido como *Salmo gairdneri*, es una especie originaria de la vertiente del Pacífico de Norte América, cuyo nombre científico se debe a Richardson, quien la distinguió con este nombre en 1836. Ha sido propuesto también el nombre de *Salmo irideus* por Gibbson, pero no ha prevalecido, aunque es utilizado generalmente por autores europeos.

Las truchas tienen el cuerpo lleno de escamas, pero su carne es muy sabrosa;

además, luchan tenazmente cuando se las pesca con caña, por lo que son muy cotizadas para la pesca deportiva. Por su popularidad son criadas a menudo en piscifactorías y posteriormente reintroducidas en ríos, lagos y pantanos, para su pesca.

**a. Nuevos cambios en la nomenclatura taxonómica de las truchas de américa del norte.**

Cachafeiros (1995), los taxonomistas están ahora de acuerdo en que las truchas nativas de las cuencas del Pacífico – Norte se encuentran genéricamente más cerca del salmón del Pacífico *Oncorhynchus* que las especies *Salmo* del Atlántico y Europa. Tal evidencia, puesta de manifiesto en los trabajos presentados en la reunión de junio 1988, han convencido a la American Fisheries Society Committee on Names of Fishes (Comité de la Sociedad de Pesca de Nombres de Peces), para que acepte *Oncorhynchus*, como nombre genérico más apropiado, para designar a todas las truchas nativas de la cuenca del pacífico, llamadas hasta ahora *Salmo*.

“Los taxonomistas creen ahora que la trucha arco iris y la trucha “*Kamchatkan*” “*Salmo mykiss*” de Asia constituyen una única especie y que el nombre “*mykiss*” tiene prioridad en la nomenclatura. Por esta razón el Names of Fishes Committee ha adoptado *Oncorhynchus mykiss* como nombre científico de esta especie.

**b. Estanques en producción de truchas.**

Cachafeiros (1995), desde un punto de vista hidráulico, los estanques deben de ofrecer las mejores condiciones para este tipo de cultivo, así como garantizar una construcción sólida y sencilla que permita al piscicultor realizar los trabajos con una cierta funcionabilidad y un alto grado de mecanización.

La forma y dimensión de estos estanques, así como su situación con

respecto a los demás, varía dependiendo de la concepción general de la piscifactoría. Esta concepción o enfoque constructivo, está condicionado por la cuantía del caudal disponible, por la superficie y topografía del terreno elegido, por los materiales empleados en su construcción, etc.

Una concepción hidráulica adecuada de los estanques tiene en cuenta la dimensión, es decir su longitud y anchura, la profundidad y forma, así como el desnivel del fondo necesario para establecer una corriente determinada, tanto en superficie como en profundidad.

Los estanques suelen ser, en cuanto a la forma, rectangulares, siendo su longitud aproximadamente diez veces su anchura.

Las características hidráulicas han sido estudiadas por numerosos autores (Burrows et, 1955; Paulhus, 1972; Wheaton, 1977), todos los cuales ofrecen aportaciones e introducen modificaciones que mejoran sus rendimientos.

Chaname (2000), recomienda, que la velocidad de la corriente de agua en los estanques debe ser, como mínimo de 3 centímetros/segundo, suficiente para impedir la sedimentación de los sólidos en el fondo. Para conseguir estos objetivos, el estanque modelo debe tener una longitud no superior a 30m, 3m de ancho y 1m de profundidad y recibir un caudal equivalente a cuatro recambios en una hora.

Los estanques rectangulares simples pueden ser construidos en tierra, hormigón o con otros materiales.

Los primeros tienen la gran ventaja de tener un costo de construcción bajo, pero exigen que el terreno donde se excaven sea arcilloso, no filtrable y no estar influido por la capa freática del río. La velocidad de corriente que en ellos se consigue es mínima, por lo que los residuos se acumulan en los fondos donde experimentan el proceso de degradación orgánica, con consumo de oxígeno en detrimento del destinado a los peces.

El amoníaco procedente de la excreción branquial de los peces que tiene carácter tóxico para ellos y es límite de producción en salmónica, experimenta en los estanques en tierra, una rápida transformación en nitratos, no tóxicos, pero dan origen a un crecimiento excesivo de algas y hierbas. Las manipulaciones que exige el manejo de los peces, así como la acción del agua, producen, generalmente en las paredes laterales de estos estanques, un cierto deterioro que es necesario reparar a medida que transcurren los años.

Chaname (2000), otro tipo de estanque que se ha utilizado mucho en salmónica, especialmente en los últimos años, son aquellos de forma circular, que difieren de los tradicionales no solo por su peculiar configuración, sino por sus características hidráulicas sofisticadas. En ellos el aporte de agua se realiza a presión, a través de una tubería perforada por donde sale el agua en forma tangencial a la superficie del agua del estanque.

Para optimizar sus resultados, la concepción inicial ha sufrido numerosas modificaciones, habiéndose optimizado hasta el punto de conseguirse no solo auto limpieza total mediante la disposición de fondos inclinados, sino facilidad en el manejo de los peces mediante la implantación de puntos fijos de recogida. Pueden ser fabricados en cemento u otros materiales, pero últimamente los prefabricados tipo Ewos, especialmente para alevinaje y experimentación, son los más utilizados.

Wheaton (1977), la diferencia entre estanques y pozas es principalmente el tamaño y quizá los materiales de construcción. Las pozas son más grandes y típicamente de construcción de tierra, mientras que los estanques son más pequeños y su construcción de concreto, fibra de vidrio, o cualquier otro material apropiado.

La variedad de estanques que se utilizan para el cultivo de organismos

acuáticos es interminable, variando desde acuarios caseros hasta estanques ovalados de cien pies de eje mayor.

El estanque de cultivo ideal tiene por lo menos las siguientes características:

Es de terminado fino en el interior, para prevenir que el pez se haga daño al rozar contra él.

Es de auto limpiado.

Debe mantener una calidad de agua suficiente alta para que todos los parámetros de calidad de agua se encuentren en niveles óptimos para el cultivo de especies.

Es durable y tiene la suficiente resistencia mecánica para soportar movimientos o cualquier otro esfuerzo.

Se limpia y/o esteriliza fácilmente.

La superficie interior no es toxica para los organismos cultivados y no provee de áreas para los organismos productores de enfermedades.

Wheaton (1977), se pueden encontrar estanques de casi cualquier forma y se utilizan para varias funciones en el cultivo de peces. Sin embargo, la mayoría de los estanques se pueden clasificar como circulares, rectangulares u ovalados con pared divisoria.

Los estanques circulares son los más comunes utilizados, con la entrada de agua produciendo una componente de velocidad tangencial. Este componente ocasiona la circulación en el estanque. La descarga típica se hace a través del centro del tanque por medio de un tubo vertical o a través de drenaje del estanque.

Chenoweth (1955), los estanques circulares tienen varias ventajas. Normalmente, las velocidades del agua son más altas que en los estanques rectangulares, produciendo un mejor acondicionamiento de los peces al trasladarlos a ambientes de mampostería, pero también producen

una demanda metabólica mayor para los peces que se van a utilizar para consumo humano.

Los estanques circulares tienden a tener una mejor distribución de comida que los canales de agua, tienen mayor facilidad de auto limpiarse, y requieren de un flujo menor (a menos que la demanda de oxígeno sea el parámetro determinante del flujo debido a la carga de peces). El costo de construcción e instalación de los estanques circulares en relación a los canales de agua depende de los materiales de construcción de uno y de otro.

Los estanques rectangulares se emplean comúnmente debido a que son fáciles de construir. Sin embargo, tienen asociados varios problemas. Los peces que se colectan de las instalaciones de mampostería y se ponen en los estanques rectangulares se pueden amontonar en una esquina del estanque y agotar el oxígeno, o pueden intentar continuamente nadar contra la esquina del estanque lastimándose físicamente o cansándose.

Los peces que se crían desde el huevo hasta adulto en los estanques rectangulares se caracteriza a menudo por tener "áreas muertas" y con cortos circuitos. El agotamiento de oxígeno puede ocurrir localmente o los productos metabólicos se pueden acumular en estas áreas muertas, ocasionando al pez un fuerte esfuerzo si es que no la muerte.

Sánchez (2004), la velocidad se imparte al agua forzando la entrada de agua a través de un inyector y apuntando el inyector en la dirección de la circulación. El eje de la rueda de paleta se localiza por arriba de la superficie del agua, pero un lado de la paleta debe estar sumergido. Administrando energía a la paleta, esta produce la circulación del agua, con velocidades del agua relacionadas a la velocidad rotacional y diseño de paleta.

Cachafeiros (1995), desde un punto de vista general, podemos decir que

todos aquellos factores, hechos o circunstancias que de una u otra forma concurren en una instalación piscícola, inciden directamente en el manejo de los peces y son, por lo tanto, condicionantes de la producción. Estos factores se encuentran presentes, de forma conjunta, en un elemento básico de toda instalación piscícola, que es el estanque.

Mejor resistencia a la erosión, rendimiento hidráulico y facilidad de manejo presentan aquellos en que sus paredes son de obra, con bloques o de ladrillo revestido de cemento con fondos naturales, a excepción de la superficie de fondo influida por las corrientes de agua en los lugares de entrada y salida, en los que están consolidados en hormigón. Estos espacios son aprovechados para la recogida y manipulación de los peces, facilitando mucho estas labores, de por sí ya dificultosas y entretenidas.

Chaname (2000), el estanque es una unidad hidráulica independiente, que requiere únicamente del conjunto el aporte de un caudal que garantice en todo momento las necesidades máximas en oxígeno de los peces colocados en el estanque. Su rendimiento hidráulico está en relación con las características físicas de diseño y la cuantía del caudal asignado.

El concepto hidráulico de un estanque debe considerar, en primer lugar, la cuantía de caudal que es capaz de recibir en condiciones máximas, sin modificar los niveles de agua, y garantizar su desagüe en idénticas condiciones, así como modificar la cuantía del caudal a voluntad dentro de los máximos y mínimos establecidos.

### **2.1.2. Factor de Conversión alimenticia**

Blanco (1995), manifiesta que al finalizar la cría de truchas en un estanque determinado el piscicultor analiza el rendimiento del pienso.

Se acostumbra a utilizar para estos fines el llamado índice de Conversión del Alimento, que cuyo cálculo requiere conocer el peso vivo inicial, el peso vivo final y el total del pienso consumido en el estanque, durante el período de

tiempo en que las truchas han permanecido en el estanque; al dividir los kilogramos de pienso consumido por la ganancia de peso conseguida (Kg finales, Kg iniciales, Kg mortalidad) obtenemos el índice de conversión o kilogramo de pienso utilizado para conseguir un kilogramo de peso vivo.

Luna (1977), menciona que la conversión alimenticia varía con la calidad del alimento, oscilando entre 1,0 para un alimento seco de óptima calidad y 8,0 cuando se emplea alimento húmedo, en dietas secas comerciales varía de 1,3 a 2,5 Kg de dieta por Kg de peso húmedo de trucha, claro está el que las truchas conforme aumentan el tamaño convierten el alimento en crecimiento, progresivamente, de manera menos eficiente.

Roberts (1974), expresa que la producción económica debe procurar una tasa de crecimiento rápido con el mínimo gasto y por ello es muy importante el método de alimentación. El índice de conversión de alimento se expresa como:

**ICA = Peso del alimento consumido / aumento de peso del pez.**

Los peces convierten el alimento en crecimiento con eficiencia, cada vez menor conforme aumentan de tamaño; la trucha criada hasta los 200g con granulado de elevada proteína puede tener un ICA total de 1,4 es decir, que se necesitan 1,4 Kg de granulado para producir 1 Kg de truchas. Si el ICA se calcula para alevines puede llegar a ser únicamente de 0,8 como consecuencia de que el granulado contiene generalmente mucho menos humedad que el alevín de trucha.

### **2.1.3. Factor de condición animal.**

En el caso del factor de condición, (citado por Dabrowski, 1984), mencionan que este índice provee una evaluación útil acerca del estado de "bienestar" de los peces y representa una forma indirecta de evaluar las relaciones ecológicas y los efectos de diferentes estrategias de manejo, en tanto que Roberts & Shepherd, (1974, citado por Dabrowski, 1984), señalan que

estudios diversos han demostrado que los índices de condición constituyen una medida de las reservas de energía relacionadas con condiciones ambientales, estados de madurez, alimentación o efectos parasitarios.

El Factor de condición animal se evaluó utilizando la siguiente fórmula:

$$FCA = \frac{\text{Peso (g)} \times 100}{(\text{Longitud}) \text{ cm}^3}$$

Dónde:

- FCA: Factor de Condición Animal.
- Peso (g): Es el peso obtenido de la trucha en evaluación.
- (Longitud) cm<sup>3</sup>: Es la longitud obtenida de la trucha pero elevado al cubo.

En el cual nos va a mostrar la condición corporal de las truchas "Arco Iris". (Ing. Ángel Meza Poma – "Granja la Cabaña", viene utilizando esta fórmula en su evaluación).

#### **2.1.4. Rentabilidad económica.**

La rentabilidad económica mide la tasa de devolución producida por un beneficio económico (anterior a los intereses y los impuestos) respecto al capital total, incluyendo todas las cantidades prestadas y el patrimonio neto (que sumados forman el activo total). Es además totalmente independiente de la estructura financiera de la empresa.

La Rentabilidad Económica se determinó al final del experimento evaluando los costos de producción de cada diseño de estanque evaluadas individualmente, utilizando operaciones matemáticas de los costos de producción.

#### **2.2. Hipótesis.**

Ha: Existe efecto de dos diseños de estanque en la conversión alimenticia y condición animal de "truchas arco iris" en etapa juvenil.

Ho: No existe efecto de dos diseños de estanque en la conversión alimenticia y condición animal de truchas "arco iris" en etapa juvenil.

### 2.3. Variables de estudio.

- *Factor de Conversión Alimenticia*; el cual nos muestra que para obtener un kilogramo de carne de trucha, vamos a necesitar la cantidad necesaria de alimento balanceado.
- *Factor de Condición Animal*; el cual nos muestra la condición física en la que se encuentran las truchas en los diferentes diseños, y en cada periodo de evaluación.
- *Rentabilidad Económica*; la cual nos muestra la rentabilidad económica que significa la crianza de las truchas en cada diseño de estanque.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Ámbito de estudio.**

El lugar donde se desarrolló el proyecto de investigación fue el Centro de producción de truchas "La Cabaña" ubicado en el paraje Challhuas del Distrito de Acostambo, Provincia de Tayacaja, Región de Huancavelica, a una altitud de 3229 m.s.n.m. una latitud sur 12°22'7" y latitud Oeste 7°53'8", con temperatura media de 24,8 °C, de aproximadamente 95 Km de la ciudad de Huancavelica y de la ciudad de pampas a 36 Km de distancia.

#### **3.2. Tipo de investigación.**

El tipo de investigación fue Aplicada, por tener el propósito de realizar la investigación de forma práctica y producir cambios o modificar los sistemas de producción de la trucha en los estanques.

#### **3.3. Nivel de investigación.**

Conforme a los propósitos del estudio, la investigación fue del nivel Experimental, por incorporar nuevo diseño de estanque de truchas, y evaluar el desempeño de las unidades experimentales en dos ambientes diferentes.

#### **3.4. Método de investigación.**

En la presente investigación se empleó el método científico, el mismo que se complementó con pruebas estadísticas, análisis, síntesis, deducción entre otros.

#### **3.5. Diseño de investigación.**

El diseño de investigación utilizado fue el Diseño Completamente al Azar, con 6 repeticiones; y para el análisis se utilizó el programa estadístico Minitab, dicha

prueba nos brindó el resultado del ANOVA, el diseño de estanque con mejores resultados de evaluación.

### 3.6. Población, muestra, muestreo.

#### 3.6.1. Población.

La población es 35 595 unidades de trucha, asignado para la fase experimental.

En cada tratamiento de acuerdo al tipo de infraestructura se asignó las siguientes cantidades de trucha; por el área con que cuentan estos estanques:

Estanque rectangular ingresaron 11 025 unidades de trucha "arco iris" con un peso unitario de 12 g y una talla de 10 cm, en promedio.

Estanque circular 24 570 unidades de trucha "arco iris" con un peso unitario de 12 g y una talla de 10 cm, en promedio, unidades experimentales homogéneas, para cada estanque la T° del agua fue de 14° C, y el Oxígeno Disuelto en 7.3 y 7.8ppm respectivamente.

#### 3.6.2. Muestra.

##### Distribución de la población y tamaño de muestra.

Estanques	N	n
Rectangular	11 025	300
Circular	24 570	300
<b>Total</b>	<b>35 595</b>	<b>600</b>

Se utilizó para la determinación del tamaño de muestra la prueba del 10, por el cual en cada evaluación se obtuvieron 50 unidades de truchas por cada diseño de estanque, en 6 evaluaciones se obtuvo 300 unidades.

### **3.6.3. Muestreo.**

Muestreo probabilístico, en el cual se utilizó el muestreo aleatorio simple, por tener la misma opción todas las truchas en ser elegidas para su evaluación, tras calcular el tamaño preciso, se procede a seleccionar las unidades necesarias mediante un sistema al azar o el empleo de la tabla de números aleatorios o mediante algún proceso de randomización informática.

## **3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

### **3.7.1. Técnicas.**

La técnica para recolección de datos fue la observación directa, para finalmente registrar los datos obtenidos.

Primeramente se procedió a la preparación del anestésico comercial de origen orgánico el cual fue Esencia de Clavo de Olor y la dosis utilizado fue de 1,5 ml de anestésico para 10Lt de agua.

Segundo lugar se procedió a la captura de las truchas al azar con el calca; para depositarlo en el preparado con anestésico para luego de 5 minutos las truchas son adormecidas.

Tercer lugar se procedió a registrar los datos de peso y talla de cada muestra, los cuales fueron 371 unidades para el estanque rectangular y 378 para el estanque circular.

Cuarto lugar se devolvió al estanque de origen a las truchas anestesiadas para su recuperación en el agua; así se procedió por todo el periodo de evaluación el cual fue de 6 semanas.

#### **a. Variable Factor de conversión alimenticia:**

**ICA = Peso del alimento consumido / aumento de peso del pez.**

Los peces convierten el alimento en crecimiento con eficiencia, cada vez menor conforme aumentan de tamaño; la trucha criada hasta los 200g con granulado de elevada proteína puede tener un ICA total de 1,4 es decir, que se necesitan 1,4 Kg de granulado para producir 1 Kg de truchas. Si el ICA se calcula para alevines puede llegar a ser únicamente de 0,8 como consecuencia de que el granulado contiene generalmente mucho menos humedad que el alevín de trucha.

**b. Variable Factor de condición animal:**

El Factor de condición animal se evaluó utilizando la siguiente formula:

$$FCA = \frac{\text{Peso (g)} \times 100}{(\text{Longitud}) \text{ cm}^3}$$

Dónde:

- FCA: Factor de Condición Animal.
- Peso (g): Es el peso obtenido de la trucha en evaluación.
- (Longitud) cm<sup>3</sup>: Es la longitud obtenida de la trucha pero elevado al cubo.

En el cual nos va a mostrar la condición corporal de las truchas "Arco Iris". (Ing. Ángel Meza Poma – "Granja la Cabaña", viene utilizando esta fórmula en su evaluación).

**c. Rentabilidad económica.**

En caso de esta variable se determinó mediante unas ecuaciones matemáticas simples, por ejemplo en el caso de horas hombre que se utilizan para realizar la limpieza del estanque rectangular, al sedimentarse las heces en el fondo del estanque, generan gastos adicionales al productor; sin embargo en el diseño circular no generan estos gastos al permitir el diseño una forma de auto limpieza por los movimientos del agua como un remolino, al encontrarse el desfogue en el centro del estanque y el desarrollo de la trucha es mucho mejor por tener un diseño a corde los movimientos naturales de los cardúmenes.

### **3.7.2. Instrumentos.**

Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron las fichas de registro, donde se procedió a anotar los resultados que arrojaron la balanza digital, el lactómetro, Oxímetro y el Termómetro.

## **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

### **3.8.1. Técnicas de procesamiento de datos.**

Las técnicas de procesamiento de datos fueron:

- Trabajo de campo.
- Ordenamiento y codificación de datos.
- Tabulación.
- Tablas estadísticas.
- Tablas de densidad de carga.
- Tablas de alimentación.
- Gráficos y cuadros.

### **3.8.2. Análisis de datos.**

Análisis e interpretación de datos.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Presentación de los resultados.

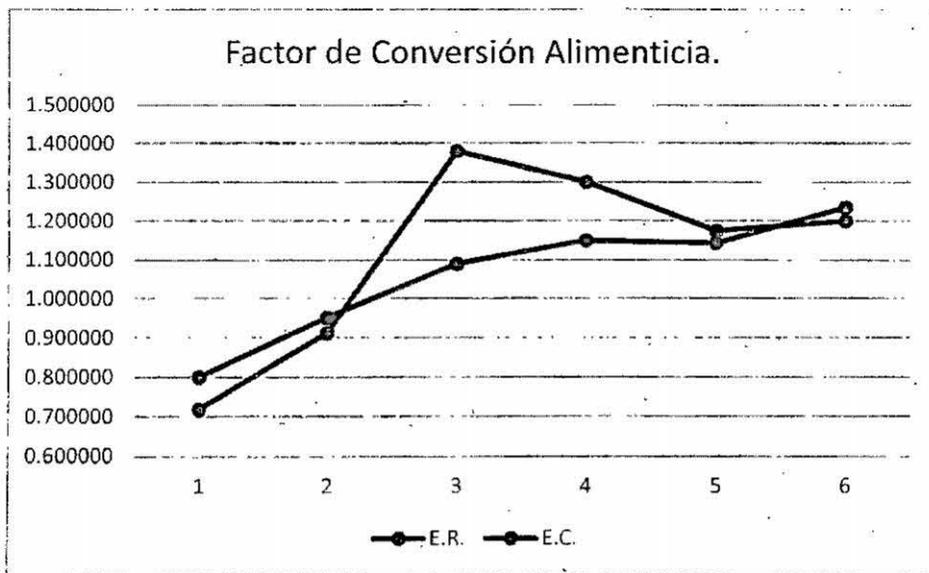
#### 4.1.1. Factor de conversión alimenticia

Tabla 1. Factor de Conversión Alimenticia (Kg), de cada diseño de estanque.

Variable	Evaluaciones semanales.	Estanque rectangular	Estanque circular
<b>F.C.A. (Kg)</b>	1°	0,8000	0,7184
	2°	0,9514	0,9119
	3°	1,0890	1,3804
	4°	1,1492	1,3004
	5°	1,1425	1,1746
	6°	1,2348	1,2002

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2. Comportamiento de factor de conversión alimenticia por evaluación (Kg).



En la Tabla 2. Resultados obtenidos para variable factor de conversión alimenticia.

### ANOVA unidireccional: Convealim vs. trat

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Trat	1	0,0085	0,0085	0,19	0,670
Error	10	0,4397	0,0440		
Total	11	0,4482			

Fuente: Minitab programa estadístico.

El resultado obtenido para la variable Factor de Conversión Alimenticia (Tabla 2), muestra que estadísticamente no existen diferencias significativas entre el diseño de estanque rectangular con el diseño de estanque circular, ( $P_c (0.670) > P_t (0,05)$ ); y los promedios finales fueron (E.R. = 1.06115) y (E.C. = 1.11431667), sin embargo, el estanque circular muestra una ligera ventaja frente al diseño de estanque rectangular, en la primera evaluación se obtuvo 0,7184 Kg de alimento balanceado; frente al estanque rectangular que se necesita 0,8000 Kg, ambas para obtener un kilogramo de carne, sin embargo en las evaluaciones 3°, 4° y 5° los resultados se muestran a favor del estanque rectangular y en la sexta evaluación se obtuvo 1,2002 Kg frente a 1,2348 Kg, a favor del estanque circular.

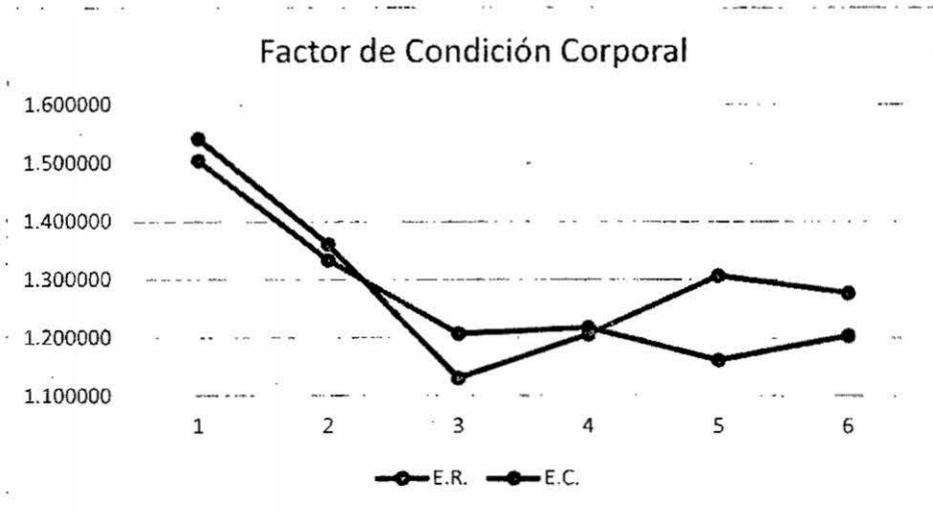
#### 4.1.2. Factor de condición animal.

Tabla 3. Factor de Condición Animal (%), obtenida en la crianza de truchas en estanques rectangulares y estanques circulares.

Variable	Evaluaciones semanales	Estanque rectangular	Estanque circular
<b>Factor de Condición Animal (%)</b>	1°	1,5418	1,5041
	2°	1,3609	1,3335
	3°	1,1308	1,2070
	4°	1,2054	1,2168
	5°	1,3066	1,1615
	6°	1,2774	1,2037

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Comportamiento de factor de conversión alimenticia por evaluación (Kg).



En la Tabla 4. Resultados obtenidos para factor de condición animal.

**ANOVA unidireccional: Condanim vs. trat**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Trat	1	0,0032	0,0032	0,18	0,683
Error	10	0,1820	0,0182		
Total	11	0,1852			

Fuente: Minitab programa estadístico.

El resultado obtenido para el Factor Condición Animal (Tabla03), muestra que estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, ( $P_c = 0.683 > P_t (0,05)$ ); y los promedios finales fueron (E.R. = 1.26925) y (E.C. = 1.2711); sin embargo los resultados van a favor del estanque circular, en la primera evaluación con 1,5041% frente a 1,5418%, el cual significa a menor porcentaje, mejores resultados de condición animal; también en las evaluaciones 3° y 4° los resultados se muestran a favor del estanque rectangular, y finalmente en la última evaluación los resultados son a favor del estanque circular con 1,2037% frente a 1,2774%; finalmente podemos mencionar que el mejor resultado obtenido para la variable factor de condición animal es para el estanque circular, el cual no obtuvo mucha variación en los resultados.

#### 4.1.3. Rentabilidad económica

Para esta variable rentabilidad económica se encontraron para cada diseño de estanque los siguientes resultados.

Tabla 11. Resultados de variable rentabilidad económica (S/.), para cada diseño de estanque.

Variable	Estanque rectangular (S/.)	Estanque circular (S/.)
<b>Rentabilidad económica</b>	S/. 127,60 N.S.	S/. 277,60 N.S.

N.S.: Nuevos soles.

Como se muestra en los cuadros 04 y 05, el estanque circular muestra mejores resultados de rentabilidad económica frente al estanque rectangular, básicamente por la limpieza automática generada por los movimientos anti horarios del estanque circular, esto gracias al diseño utilizado, por tal motivo en el estanque rectangular por no tener el diseño de auto limpieza se utiliza mayor cantidad de horas hombre en realizar la limpieza de dicho ambiente y por ende más gasto en pago del personal.

Cuadro 4. Rentabilidad económica para estanque rectangular.

	Rubros	U.M.	Cantidad	Precio unit.	Precio total
	Costo				
1	Alimento	Kg.	80,53	5,28	425,20
2	Juveniles	Unidad	1.000	0,18	180,00
3	Mano de Obra	Unidad	1,5	300,000	450,00
4	Balanza Analítica (Alquiler)	Día	10	0,20	2,00
5	Seleccionadores (Alquiler)	Día	6	0,40	2,40
6	Saines (Alquiler)	Día	6	0,30	1,80
7	Termómetro digital (Alquiler)	Día	6	0,20	1,20
8	Libretas	Unidad	1	0,80	0,80
9	Ropa especial (Alquiler)	Día	6	0,50	3,00
	Total				1.066,40
	Ingreso				
1	Juveniles	Unidad	995	1,20	1.194,00
F	Beneficio económico				127,60

u  
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5. Rentabilidad económica para estanque circular.

	Rubros	U.M.	Cantidad	Precio unit.	Precio total.
	COSTO				
1	Alimento	Kg.	80,53	5,28	425,20
2	Alevinos	Unidad	1.000	0,18	180,00
3	Mano de Obra	Mes	1	300,000	300,00
4	Balanza Analítica (Alquiler)	Día	10	0,20	2,00
5	Seleccionadores (Alquiler)	Día	6	0,40	2,40
6	Sáines (Alquiler)	Día	6	0,30	1,80
7	Termómetro digital (Alquiler)	Día	6	0,20	1,20
8	Libretas	Unidad	1	0,80	0,80
9	Ropa especial (Alquiler)	Día	6	0,50	3,00
	Total				916,40
	Ingreso				
1	Juveniles	Unidad	995	1,20	1.194,00
	Beneficio económico				277,60

Fuente: Elaboración propia

## **4.2. Discusión.**

### **Factor de conversión alimenticia.**

En la presente investigación el resultado es inferior a los que reporto Huaylinos, (2006) quien evaluó la influencia de tres condiciones lumínicas en el factor de conversión alimenticia y obtuvo el mejor resultado en la evaluación a luz parcial 0.872, frente a luz total 0.890 y oscuridad 1.100; mientras que Venero, (2001) quien obtuvo 0.90 y 1.04 en la evaluación de una tabla de alimentación para truchas arco iris, los resultados obtenidos son muy inferiores a los obtenidos por Rossi, (2010) fueron muy altos 4.27, 8.96 y 13.64 de conversión alimenticia que fueron evaluados bajo diferentes densidades de cultivo.

### **Factor de condición animal.**

La comparación frente a los resultados obtenidos por Morales y Quiroz, el cual fue factor condición corporal final para J1 = 1,34%, J2 = 1,13% y J3 = 0,88%; los cuales evaluaron a truchas con diferentes estrategias de alimentación y obtuvieron mejores resultados en J1, frente a las raciones utilizadas entre J2 y J3; (J1,J2 y J3: tratamientos evaluados); existe poca investigación respecto a esta variable, en el Perú no existe mucha evidencia de reportes existentes, en tanto que dificulta nuestra investigación, sin embargo los resultados obtenidos dan evidencia de la ventaja existente entre el estanque circular frente al estanque rectangular, tal como se muestra en el Grafico 4.

### **Rentabilidad económica.**

Con la utilización de 995 unidades de juveniles de trucha, encontrándose mejores ganancias económicas al utilizar el diseño circular, como muestran los cuadros 8 y 9, (anexos); la utilización de mano de obra adicional en la limpieza de los estanques rectangulares, al sedimentar en la base del piso los excrementos y el alimento no

utilizado y a causa de no existir corrientes de agua; y la existencia de zonas muertas en los extremos.

Los resultados obtenidos de esta investigación son diferentes a los que reporto Huaylinos, (2006), quien obtuvo 226,44 nuevos soles, 238,65 nuevos soles, y 184,98 nuevos soles, respectivamente, en la evaluación de tres condiciones lumínicas durante cuatro meses.

Por otra parte, los resultados obtenidos en este estudio son superiores a los reportados por Venero, Galecio y Vergara, (2001), quien reporto costos de 43,46 nuevos, 56,82 nuevos soles, 33,66 nuevos soles, y 33,38 nuevos soles, mediante tasas de racionamiento durante 72 días de evaluación.

## CONCLUSIONES

A partir de los objetivos y en función a los resultados logrados, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Con respecto al variable factor de conversión alimenticia, hecha el análisis estadístico no hay diferencias significativas, sin embargo los resultados que se obtuvieron son a favor del estanque circular.
2. Con respecto a variable factor de condición animal, hecha el análisis estadístico no hay diferencias significativas, sin embargo los resultados que se obtuvieron son a favor del estanque circular.
3. Finalmente, para la variable rentabilidad económica se encontró mejores ingresos por utilidad a favor del estanque circular, a causa del ahorro generado en la generación de auto limpieza de dichos estanque circulares, evitando la utilización de horas hombre en la limpieza con respecto al diseño rectangular.
4. Con respecto a los objetivos propuestos estadísticamente no existe efecto de dos diseños de estanque en la conversión alimenticia y condición animal de truchas arco iris (*Oncorhynchus mikyss*), en etapa juvenil.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para el variable factor de conversión alimenticia utilizar más etapas de producción y un periodo mayor, al no encontrar diferencias estadísticas significativas con el programa estadístico.
2. Se recomienda para la utilización del variable factor de condición animal utilizar más etapas de producción, al no encontrar diferencias estadísticas por no ser tan diferenciados los datos obtenidos.
3. Finalmente, para la variable rentabilidad económica se recomienda a los productores de truchas, utilizar este diseño circular que es innovador y por ser mucho más rentable, existe un ahorro de mano de obra en la contratación de personal para la limpieza de dichos estanques, en comparación con el diseño rectangular.
4. Se recomienda a los productores de trucha que utilizan diseños de estanque, cambiar su diseño rectangular a el diseño circular, por las ventajas productivas y económicas que brinda este diseño innovador.

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Título: Efecto de dos diseños de estanque en la Conversión alimenticia y Condición Animal de truchas "arco iris" (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa juvenil.**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACION Y MUESTRA
¿Cuál es el efecto de dos diseños de estanque en la conversión alimenticia y condición animal de truchas "arco iris", en etapa juvenil?	<p><b>General:</b> Determinar el efecto de dos diseños de estanque en la conversión alimenticia y condición animal de truchas "arco iris" en etapa juvenil.</p> <p><b>Específico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el efecto de dos diseños de estanque en la conversión alimenticia de truchas "arco iris".</li> <li>• Determinar el efecto de dos diseños de estanque en la condición animal de truchas "arco iris".</li> <li>• Determinar la talla promedio de las truchas "arco iris" en etapa juvenil en cada fase de evaluación, bajo dos diseños de estanque.</li> <li>• Determinar el peso promedio de las truchas "arco iris" en etapa juvenil en cada fase de evaluación, bajo dos diseños de estanque.</li> <li>• Determinar la rentabilidad económica de la producción de truchas en etapa juvenil bajo dos diseños de estanque.</li> </ul>	<p><b>Ha:</b> Existe efecto de dos diseños de estanque en la conversión alimenticia y condición animal de truchas en etapa juvenil.</p> <p><b>Ho:</b> No existe efecto de dos diseños de estanque en la conversión alimenticia y condición animal de truchas en etapa juvenil.</p>	<p><b>Dependiente</b> Factor de conversión alimenticia y condición animal de trucha "arco iris"</p> <p><b>Independiente</b> Dos diseño de Estanque.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factor de conversión alimenticia.</li> <li>• Factor de Condición animal.</li> <li>• Rentabilidad económica.</li> <li>• Diseño de estanque.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de peso (g).</li> <li>• Alimento consumido (g).</li> <li>• Peso vivo en (g).</li> <li>• Longitud (cm).</li> <li>• Ingresos (S/.)</li> <li>• Egresos (S/.)</li> <li>• Área estanque rectangular.</li> <li>• Área de estanque circular.</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación</b> Aplicado</p> <p><b>Nivel de Investigación</b> Experimental</p> <p><b>Método de Investigación</b> Científico.</p> <p><b>Diseño de la Investigación</b> Diseño Completamente al Azar.</p>	<p><b>Población</b> La población está conformada por 11 025 unidades de trucha "arco iris".</p> <p><b>Muestra</b> Semanalmente se capturó 50 truchas.</p>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BLANCO, C. 1995. La trucha: Cría Industrial. Edt. MUNDI-PRENSA. Madrid. España.
2. BURROWS. 1955. Técnico en Acuicultura, cría de peces, ovas, alevinos, truchas, pejerrey, acuiculturaencordova.blogspot.com
3. BURROWS Y CHENOWETH, 1970. Diseño de sistemas de cultivo Acuático – CHILE.
4. CACHAFEIROS C, 1995. La Trucha, Cría Industrial, Madrid Barcelona México.
5. CALZADA B, 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación.
6. CHARLOON Y BERGOT. 1986. CRECIMIENTO Y EFICIENCIA ALIMENTARIA EN TRUCHAS "ARCO IRIS".
7. CHANAME F, 2000. Acuicultura Continental, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo – Perú.
8. CHENOWETH, 1955. Manual de Instalaciones en la cría de la trucha. Edit. Acribia. Zaragoza. España.
9. CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PISCICOLA DEL ALTIPLANO, 1995. Truchas Puno – Bolivia, Tiquina Provincia Manco Kapac, La Paz Bolivia.
10. DABROWSKI. 1984. Tratado de piscicultura, 3ra edición, Madrid Barcelona México.
11. FREDRICK W.W. 1993. Acuicultura, Diseño y Construcción de Sistemas, México.
12. FAO, 2000. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
13. FAO, 2002. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
14. GOBIERNO REGIONAL DE HUANCVELICA, Dirección Regional de Producción, 2009, Línea Base: Del Área De Pesquería Huancavelica.
15. HUAYLINOS, W. 2006. Influencia de tres condiciones lumínicas en el incremento de peso y conversión alimenticia en alevinos de trucha "Arco Iris" (*Oncorhynchus mykiss*) en la piscigranja "La Cabaña" Distrito de Sapallanga. Tesis Ing.

Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo – Perú.

16. LOPEZ, A. 2003. Piscicultura. Edit. RIPALME. Lima. Perú.
17. LAIBE, J. 2010. Efecto de la temperatura y la calidad de la dieta en la retención de nutrientes del Salmon del atlántico (*Salmo salar*). Puerto Montt. Chile.
18. LUNA, T. 1977. Ensayo de Alimentación con Diferentes Raciones en la Crianza Intensiva de la Trucha Arco Iris. Tesis Ing. UNA La Molina, Lima Perú.
19. MANTILLA, B. 2004. Acuicultura: Cultivo de truchas en jaulas flotantes. Edit. PALOMINO. Lima. Perú.
20. MIYASATO, A. 1996. Producción de alevinos de truchas Arco Iris. (*Oncorhynchus mykiss*): Efecto de la densidad de carga y edad al traslado de artesas a pilas sobre el crecimiento y supervivencia. Tesis. Ingeniero pesquero. UNA. "La Molina". Lima. Perú.
21. MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, 2011, Estadística acuícola.
22. MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, 2012, Estadística acuícola.
23. MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN, 2013, Estadística acuícola.
24. MORALES Y QUIROZ, 2007. Desempeño productivo de la trucha Arco Iris en jaulas bajo diferentes estrategias de alimentación. Universidad de Buenos Aires – Argentina.
25. MORALES, A. 2004. Crecimiento y eficiencia alimentaria de Truchas Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas bajo diferentes regimenes de alimentación. Tesis, Universidad de Buenos Aires – Argentina.
26. RAEZ, V. 2002. Manual de crianza de truchas en ambientes controlados. PRODUCE. Huancayo. Perú.
27. RAMOS, S. 2009. Relación longitud - peso y factor de condición en el Barrillete Negro *Euthynnus lineatus* (KISHINOUE, 1920) (PERCIFORMES: SCOMBRIDAE), Capturado en el litoral de Oaxaca, México.
28. ROBERTS, R. & SHEPHERD, J. 1974. Handbook of Trout and Salmon Diseases. Edit. Fishing News (Books) Ltd. Surrey. Pág. 154.
29. ROSSI, G. 2010. Crecimiento y tasa de ingestión de alimento de juveniles de cabrilla

- sardinera (*Mycteroperca rosacea*) bajo diferentes densidades de cultivo. La Paz.
30. STEVENSON, J. 1985. Manual de la cría de la trucha. Edit. Acribia. Zaragoza. España.
  31. TURLI, P. 1970. Cultivo de la trucha. Edit. ACRIBIA. Zaragoza. España.
  32. VERGARA, V. 1998. Avances en nutrición y alimentación en truchas. Curso: Producción de truchas. Huancayo. Perú.
  33. VERGARA, V. 2000. Avance en nutrición y alimentación en truchas: II Curso nacional: producción, Manejo, Alimentación y Procesamiento de Truchas. Huaraz. Perú.
  34. WHEATON, 1977. Acuicultura "Diseños y Construcción de Sistemas". México.

# **ANEXOS**

**Cuadro10. Datos obtenidos en todo el periodo de ejecución del proyecto de investigación**

Truchas Ingresantes. E. Circular			Truchas Ingresantes E. Rectangu.		1ª evaluación, E. Circular.		1ª evaluación, E. Rectang.		2ª evalua, E. Circular.		2ª evaluación, Estanque Rectangular.	
N°	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)
1	13.00		11.50		16.00	56	14.50	43	16.50	60	16.80	66
2	12.50		12.50		14.50	37	15.50	49	17.90	79	15.60	49
3	13.50		13.50		14.00	38	14.90	47	15.00	47	17.90	74
4	13.00		12.00		16.50	61	15.50	54	18.30	79	16.40	48
5	14.50		13.00		18.00	83	16.00	57	18.30	83	14.50	43
6	12.00		13.50		14.00	41	16.50	72	16.00	58	17.50	69
7	13.50		12.50		14.50	45	15.50	50	15.20	48	16.90	61
8	12.00		10.50		16.00	61	13.00	33	15.40	52	15.40	53
9	13.00		11.50		17.00	79	15.00	56	15.90	58	16.30	56
10	11.50		13.00		15.00	56	15.90	58	17.80	77	15.50	49
11	13.00		13.50		14.50	52	15.50	55	18.10	73	16.50	58
12	13.00		13.00		18.00	88	15.00	63	18.00	77	16.90	68
13	13.00		12.00		15.50	57	16.50	66	16.20	63	15.60	48
14	12.50		12.00		17.00	70	14.50	48	17.90	75	18.20	82
15	12.00		12.00		15.50	54	15.00	55	17.00	66	13.50	46
16	12.50		13.00		16.00	53	16.00	58	16.20	56	15.20	48
17	13.00		12.50		14.00	44	17.00	77	17.30	65	16.10	55
18	12.00		12.00		15.50	57	15.00	56	17.90	76	16.60	62
19	11.50		14.00		15.00	50	12.50	29	17.30	67	15.90	52
20	11.00		13.00		15.00	54	15.00	49	18.10	79	16.40	58
21	13.00		11.50		16.50	75	14.50	42	16.20	59	15.00	40
22	14.00		12.00		14.50	47	15.00	50	15.40	48	16.30	57
23	13.50		12.00		15.00	52	13.50	38	15.60	47	16.00	53
24	13.00		12.50		15.00	43	15.60	56	16.30	58	15.30	46
25	13.00		13.00		14.00	44	17.00	82	15.40	46	15.70	52
26	11.50		13.00		14.50	48	14.50	46	16.90	62	11.80	24
27	14.00		13.50		14.50	48	15.00	47	18.20	72	15.60	51
28	14.00		12.50		13.50	39	14.00	46	14.90	40	16.80	63
29	12.00		13.50		14.50	46	14.60	48	16.00	51	17.20	71
30	12.00		14.00		11.50	26	16.00	63	15.90	58	16.30	57
31	10.50		12.00		12.50	25	16.00	65	15.50	53	16.80	64
32	13.00		11.00		17.00	62	16.00	61	16.10	53	15.80	51
33	13.00		13.50		16.00	53	14.00	40	19.00	80	15.00	47
34	13.50		12.50		14.50	42	13.50	34	16.00	53	16.00	57
35	13.00		12.50		15.00	51	15.00	54	14.40	43	16.50	63
36	13.00		13.00		15.50	47	13.50	33	14.50	38	15.60	47
37	11.50		12.50		15.00	50	10.50	17	14.20	42	12.10	33
38	13.50		14.50		15.50	46	12.00	26	16.10	55	16.60	57
39	13.50		11.00		15.50	53	15.00	55	15.50	50	16.00	54
40	12.50		11.50		13.00	28	14.50	41	16.00	51	16.10	54
41	13.50		11.50		16.00	54	13.00	31	15.50	58	12.60	27
42	12.50		12.50		17.00	64	15.00	47	15.90	48	17.40	67
43	14.50		13.50		16.50	59	13.00	31	16.50	54	16.80	57
44	12.00		12.00		18.00	101	13.50	37	15.40	47	15.50	47
45	11.50		12.00		15.00	53	14.50	41	17.50	63	16.80	67
46	12.00		12.00		16.00	64	11.00	41	17.50	69	15.10	53
47	12.50		13.00		15.00	59	12.50	26	18.50	80	17.20	75
48	12.00		12.50		14.00	44	12.00	21	16.20	52	17.30	66
49	11.00		12.50		14.00	44	17.00	65	15.00	45	15.50	46
50	12.50		11.00		16.00	59	16.30	58	15.00	43	13.80	36
<b>total</b>	<b>633.00</b>	<b>1,340.00</b>	<b>624.50</b>	<b>1,260.00</b>	<b>762.00</b>	<b>2,662.00</b>	<b>731.80</b>	<b>2,417</b>	<b>821.40</b>	<b>2,000.00</b>	<b>794.20</b>	<b>2,727.00</b>
<b>X</b>	<b>12.66</b>	<b>26.80</b>	<b>12.49</b>	<b>25.20</b>	<b>15.24</b>	<b>53.24</b>	<b>14.64</b>	<b>48.34</b>	<b>16.43</b>	<b>59.12</b>	<b>15.88</b>	<b>54.54</b>
<b>Biomasa X (Kg).</b>		<b>766.88</b>		<b>73.8612</b>		<b>530.37</b>		<b>141.68</b>		<b>588.95</b>		<b>159.85</b>

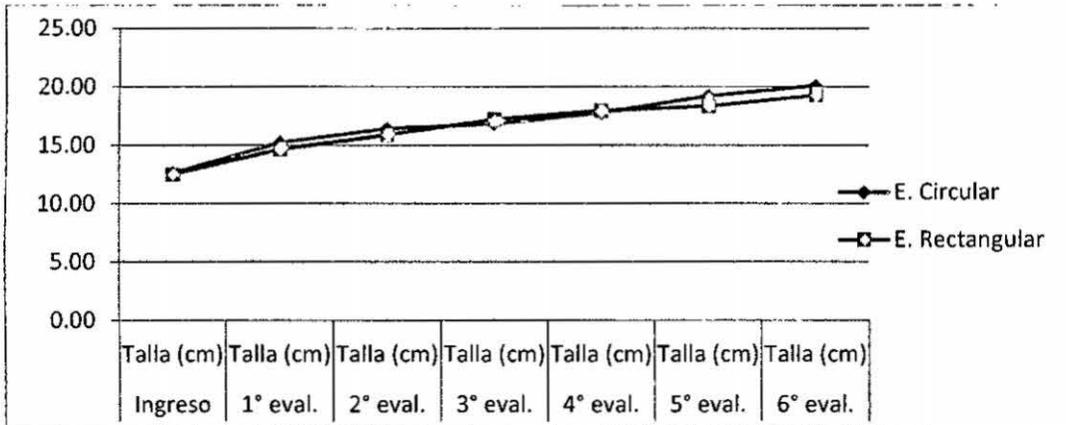
**Cuadro11.Datos obtenidos en todo el periodo de ejecución del proyecto**

3° evaluación, Estanque Circular.		3° evaluación, Estanque Rectangular.		4° evaluación, Estanque Circular.		4° evaluación, Estanque Rectangular.	
Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)
16.50	51	14.50	36	16.50	99	17.00	61
16.50	61	16.00	39	16.00	93	18.00	67
16.50	54	18.00	64	19.00	76	16.00	53
16.00	53	17.50	63	16.00	93	18.00	83
16.00	52	16.00	57	19.00	76	16.00	48
16.50	51	20.00	94	18.50	76	18.50	86
17.50	55	18.00	81	18.00	63	16.50	55
18.50	82	16.00	58	17.00	54	17.00	62
16.50	52	15.50	44	19.00	75	19.00	87
17.00	57	18.00	76	19.00	69	17.00	65
19.00	84	16.50	52	18.50	72	17.00	64
16.00	50	19.00	84	19.00	79	19.00	87
14.50	35	17.50	67	19.00	78	17.00	63
17.00	53	16.50	55	19.00	74	29.50	100
18.00	82	16.00	57	19.00	76	19.50	91
16.50	55	17.50	65	18.50	66	18.50	79
17.00	58	15.00	40	20.00	100	19.50	97
17.50	72	19.00	74	18.00	64	15.50	40
19.00	75	20.00	94	17.50	66	18.00	69
16.50	50	17.00	60	17.50	57	19.00	76
16.50	56	16.00	47	18.50	70	19.00	78
16.00	53	18.50	75	17.00	61	17.00	58
20.00	96	17.50	64	17.50	65	17.50	63
18.00	63	18.00	70	16.00	49	19.00	81
17.50	64	18.00	77	18.50	74	15.50	45
18.00	77	17.00	63	19.00	86	19.00	86
18.50	76	17.50	56	18.00	77	17.50	66
15.50	42	18.50	76	18.00	66	19.50	100
17.50	60	16.00	50	17.50	64	19.00	76
16.00	49	19.00	82	15.00	39	18.00	72
19.00	75	18.00	60	16.00	54	17.50	62
17.50	66	18.00	64	17.00	58	18.50	71
17.50	65	18.00	64	18.50	80	16.50	59
17.50	66	17.00	60	17.50	61	18.00	75
18.00	69	16.00	46	18.50	69	17.50	67
16.00	45	18.00	65	20.00	93	19.00	72
17.50	59	19.50	84	19.00	82	19.00	76
18.00	62	14.00	30	19.00	76	16.50	52
16.50	57	17.00	59	18.00	71	17.00	56
16.50	48	16.50	52	17.00	53	17.50	83
18.00	68	16.00	51	17.00	54	18.00	72
15.50	41	17.00	57	17.50	68	17.00	59
16.50	55	17.50	57	17.50	65	17.00	59
16.00	46	17.00	56	17.00	56	17.00	62
16.50	57	16.50	48	17.00	51	17.50	61
14.00	31	16.50	57	16.00	48	19.00	87
15.00	39	19.00	91	16.50	51	15.50	47
15.00	42	14.50	42	16.50	52	19.00	93
14.50	38	18.00	73	16.00	42	20.00	92
15.00	35	17.00	58	18.00	73	16.00	46
842.00	2,882.00	860.50	3,094.00	888.50	3,414.00	899.50	3,509.00
16.84	57.64	17.21	61.88	17.77	68.28	17.99	70.18
	574.2097		181.3703		680.2054		205.6976

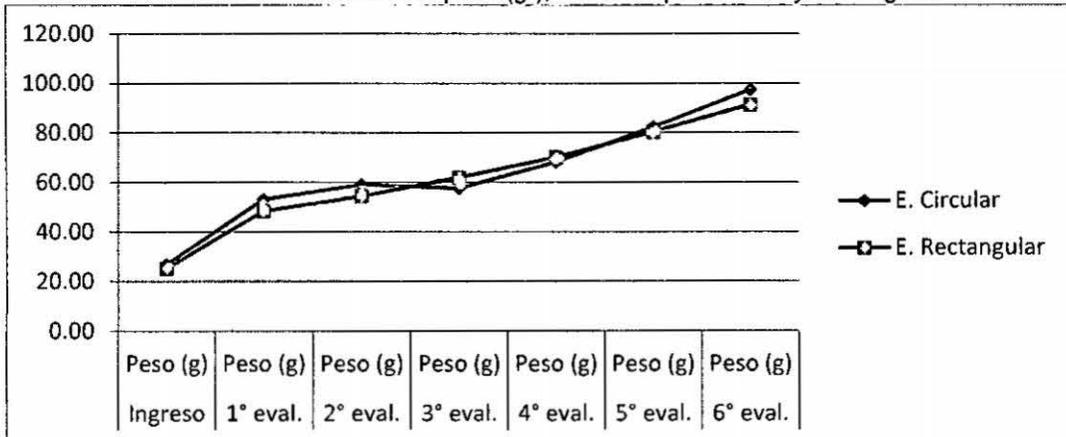
**Cuadro12. Datos obtenidos en todo el periodo de ejecución del proyecto**

5° evaluación, Estanque Circular.		5° evaluación, Estanque Rectangular.		6° evaluación, Estanque Circular.		6° evaluación, Estanque Rectangular.	
Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)	Talla (cm)	Peso (g)
21.00	108	19.50	100	19.50	86	21.00	96
19.00	81	23.00	157	20.50	105	20.00	90
20.50	101	15.50	46	17.50	78	22.00	104
19.00	85	18.00	65	20.00	102	23.00	146
19.00	79	17.00	61	20.00	90	25.00	173
17.50	76	18.00	80	22.00	117	21.00	95
19.50	90	17.00	55	19.50	87	19.50	81
18.00	67	20.00	95	21.00	107	19.50	86
18.50	79	20.50	112	21.50	109	22.00	114
19.50	90	16.00	51	22.00	106	22.00	115
17.50	60	19.00	88	19.00	72	18.50	91
20.00	93	20.00	106	21.00	105	19.00	96
19.00	84	20.00	113	21.00	106	19.00	106
19.50	92	18.50	87	21.00	109	19.50	86
20.00	93	19.50	96	23.00	130	19.50	81
18.50	77	15.50	50	19.50	88	19.50	95
19.00	77	19.00	85	19.50	89	12.50	85
29.50	91	18.50	81	22.00	110	21.50	97
20.00	96	19.00	89	22.00	105	17.00	77
20.50	101	19.50	101	19.00	92	20.00	107
20.00	88	18.50	88	22.00	106	19.00	106
18.50	75	19.00	84	19.00	98	12.50	95
19.50	90	18.00	77	20.50	94	20.50	93
16.50	55	18.50	80	20.00	96	23.50	140
18.50	72	16.00	51	19.00	90	21.00	95
20.50	95	15.50	46	23.00	116	19.00	85
18.00	67	20.00	116	20.50	105	19.50	91
20.00	102	19.50	87	18.00	84	19.00	96
19.00	78	20.50	108	20.50	93	20.00	106
21.00	110	19.50	100	19.50	87	19.00	107
18.00	69	17.50	70	20.50	97	19.00	94
18.50	73	19.50	96	19.00	97	17.00	62
18.00	71	19.00	88	20.00	96	20.50	112
17.50	67	19.50	98	19.00	95	18.00	52
17.50	61	20.00	103	21.50	109	17.00	57
18.00	71	18.00	72	19.50	98	19.50	92
18.50	71	17.00	54	19.50	97	20.00	107
18.00	70	20.00	97	19.00	93	19.50	89
19.50	89	14.50	38	19.00	92	19.50	83
19.00	88	15.50	40	19.00	91	17.50	62
19.50	81	19.00	88	20.50	91	19.00	85
16.50	53	17.50	51	20.00	98	20.50	93
19.50	86	18.00	69	18.50	91	20.00	91
18.50	66	18.00	75	18.00	90	19.00	90
17.00	58	16.50	56	19.50	93	17.50	62
22.00	134	19.50	98	19.50	95	17.50	66
19.00	83	20.00	103	21.50	106	18.00	65
19.50	91	16.00	48	19.00	91	18.00	74
20.00	94	17.00	67	20.00	99	17.00	56
20.00	89	16.00	51	19.00	92	15.00	36
960.50	4,117.00	916.00	4,017.00	1004.00	4,873.00	963.00	4,563.00
19.21	82.34	18.32	80.34	20.08	97.46	19.26	91.26
	820.2711		235.4765		970.8965		267.4831

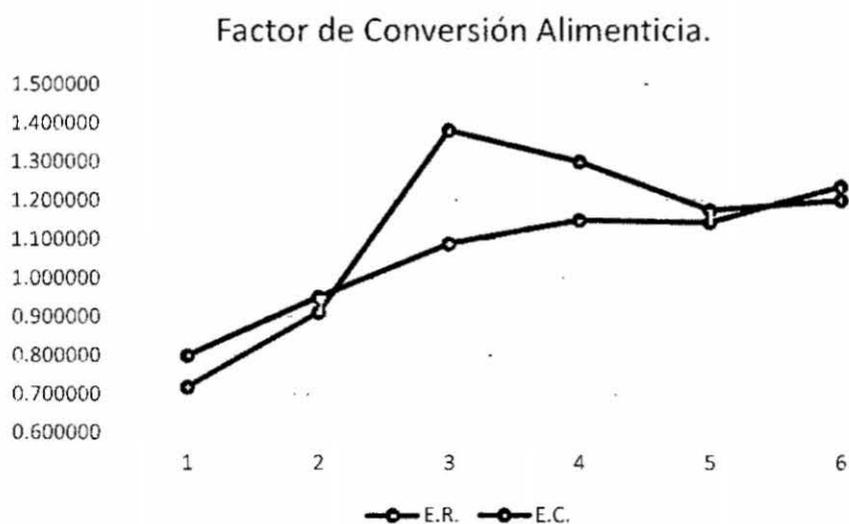
Grafica N° 01. Tendencia semanal del crecimiento (cm), en estanques circular y rectangular.



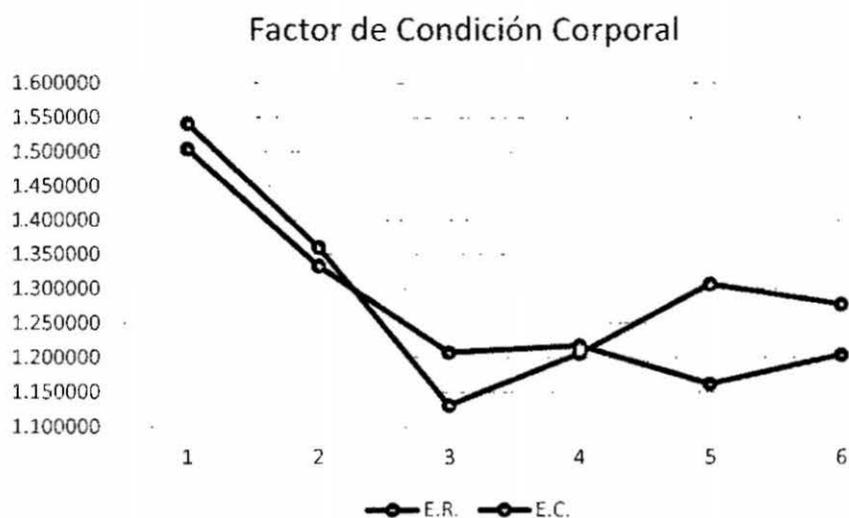
Grafica N° 02. Tendencia semanal del peso (gr), en estanque circular y rectangular.



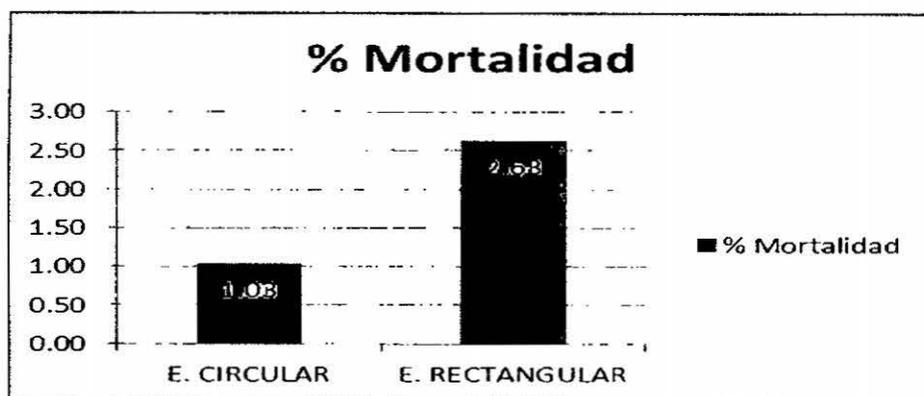
Grafica N° 03. Tendencia semanal de variable Factor de Conversión Animal por cada diseño de estanque.



Grafica N° 04. Tendencia semanal de variable Factor de Condición Animal por cada diseño de estanque.



Grafica N° 09. Porcentaje de mortalidad por cada diseño de estanque evaluado.



#### Alimento Consumido y Tasa de Alimentación.

Para el caso de la ración alimenticia se utiliza la tabla de alimentación (Tabla N° 09), y la fórmula siguiente:

$$R.A. = \frac{\text{Biomasa} \times \% \text{ de peso corporal}}{100}$$

Por lo tanto se obtuvo las siguientes raciones alimenticias.

#### Cuadro 13. Ración Alimenticia para el diseño rectangular.

RACIÓN ALIMENTICIA		Fecha	
ESTANQUE RECTANGULAR			
1	R.A. = $73.86 \times 3.33 / 100 = 2.46$	(27/03/13)	x 23 días 56.58
2	R.A. = $141.68 \times 2.88 / 100 = 4.08$	(19/04/13)	x 7 días 28.56
3	R.A. = $159.86 \times 2.84 / 100 = 4.54$	(26/04/13)	x 8 días 36.32
4	R.A. = $181.37 \times 2.82 / 100 = 5.11$	(04/05/13)	x 7 días 35.77
5	R.A. = $205.70 \times 2.77 / 100 = 5.7$	(11/05/13)	x 6 días 34.20
6	R.A. = $235.48 \times 2.66 / 100 = 6.26$	(17/05/13)	x 9 días 56.34
7	R.A. = $286.59 \times 2.52 / 100 = 7.22$	(26/05/13)	
<b>TOTAL RACIÓN ALIMENTICIA</b>		<b>247.77</b>	

**Cuadro 14. Ración Alimenticia para el diseño circular.**

		<u>RACIÓN ALIMENTICIA</u>		
		<u>ESTANQUE CIRCULAR</u>		Fecha
1	PU - 26.30 TABLA - 1 BIODIMASIA - 252.3	R.A. =	$252.10 \times 3.30 / 100 = 8.32$	(27/03/13) x 23 días
				191.36
2	PU - 28.24 TABLA - 2 BIODIMASIA - 530.38	R.A. =	$530.38 \times 2.84 / 100 = 15.06$	(19/04/13) x 7 días
				105.42
3	PU - 49.12 TABLA - 2 BIODIMASIA - 588.95	R.A. =	$588.95 \times 2.82 / 100 = 16.61$	(26/04/13) x 8 días
				132.88
4	PU - 57.24 TABLA - 2 BIODIMASIA - 574.21	R.A. =	$574.21 \times 2.84 / 100 = 16.31$	(04/05/13) x 7 días
				114.17
5	PU - 68.38 TABLA - 2 BIODIMASIA - 680.21	R.A. =	$680.21 \times 2.77 / 100 = 18.84$	(11/05/13) x 6 días
				113.04
6	PU - 82.41 TABLA - 2 BIODIMASIA - 820.27	R.A. =	$820.27 \times 2.66 / 100 = 21.82$	(17/05/13) x 9 días
				196.38
7	PU - 91.30 TABLA - 2 BIODIMASIA - 907.54	R.A. =	$907.54 \times 2.59 / 100 = 23.51$	(26/05/13)
<b>TOTAL RACIÓN ALIMENTICIA</b>				<b>853.25</b>

**Cuadro 15. Tabla de Alimento y Tipo de Alimentación.**

<b>N° DE REPETICIONES</b>	<b>PU (gr)</b>	<b>% TA</b>
<b>PRE INICIO</b>	0.18	80
	0.43	82
	0.60	7.45
<b>INICIO</b>	0.68	7.32
	0.92	7.08
	1.17	6.84
	1.42	6.60
	2.19	6.28
	2.96	5.95
	3.73	5.63
	4.50	5.30
	5.00	5.25
	5.83	5.22
<b>CRE I</b>	7.17	5.09
	8.50	5.01
	9.00	4.95
	9.83	4.92
<b>CRE II</b>	11.17	4.83
	12.50	4.74
	14.93	4.36
	17.35	4.04
	19.78	3.72
	22.20	3.40
	25.00	3.33
	25.76	3.30
<b>CRE III</b>	29.32	3.16
	32.88	3.07
	36.44	2.97
	40.00	2.90
	44.43	2.88
	48.87	2.86
	53.30	2.84
	57.73	2.82
	62.17	2.80
	66.60	2.77
<b>ENGORDE</b>	73.28	2.73
	79.96	2.66
	86.64	2.59
	93.32	2.52
	100.00	2.45
	108.56	2.37
	117.12	2.32
	125.68	2.28
	134.24	2.23
	142.80	2.18
	150.00	2.15
	154.24	2.12
<b>ACABADO</b>	165.68	2.08
	177.12	2.04
	188.56	2.00
	200.00	1.96
	216.66	1.93
	233.33	1.92
	249.99	1.90

Cuadro 16. Datos de mortalidad obtenida por cada diseño de estanque.

ESTANQUE OBLONGO (Mortalidad Unidades)																														TOTAL				
MARZO										ABRIL										MAYO														
1ª Semana		2ª Semana		3ª Semana		4ª Semana		5ª Semana		6ª Semana		7ª Semana		8ª Semana		9ª Semana		10ª Semana		11ª Semana		12ª Semana		13ª Semana		14ª Semana		15ª Semana						
Fecha.	26	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Días.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3
Nº Mortalidad	4	3	7	0	4	2	5	2	4	3	7	2	0	0	0	0	2	0	1	2	0	2	0	1	7	3	4	5	4	0	0	0	0	0
	34										43										51										128			
% Mortalidad	0.34										0.60										0.54										0.55			
% Supervivencia	0.66										0.37										0.46										0.45			
% Mortalidad	0.01										0.02										0.03										0.03			

ESTANQUE RECTANGULAR (Mortalidad Unidades)																														TOTAL				
MARZO										ABRIL										MAYO														
1ª Semana		2ª Semana		3ª Semana		4ª Semana		5ª Semana		6ª Semana		7ª Semana		8ª Semana		9ª Semana		10ª Semana		11ª Semana		12ª Semana		13ª Semana		14ª Semana		15ª Semana						
Fecha.	26	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Días.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3
Nº Mortalidad	1	2	0	0	2	1	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	5	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	42										47										58										147			
% Mortalidad	0.42										0.50										0.62										0.55			
% Supervivencia	0.58										0.50										0.38										0.45			
% Mortalidad	1.05										1.15										1.45										3.65			

## IMÁGENES DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN (TESIS)

Imagen N°01. Encalado de estanques de evaluación del experimento.

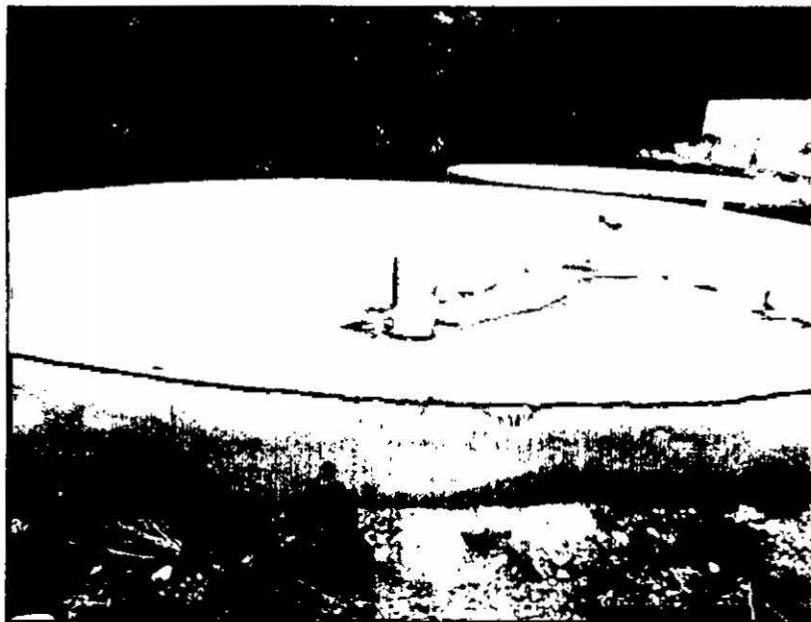


Imagen N° 02. Realizando limpieza de estanques de evaluación.

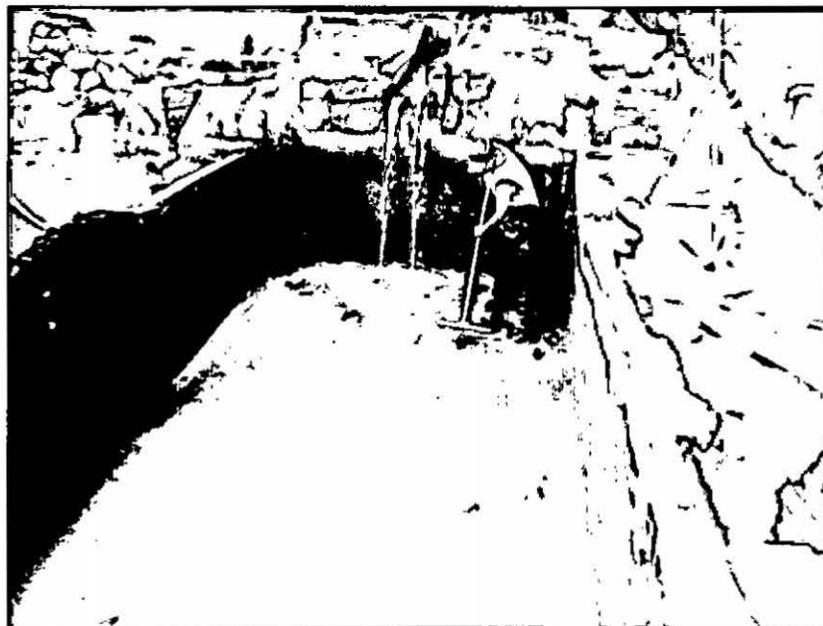


Imagen N°03. Preparación de los estanques para empezar con el experimento.

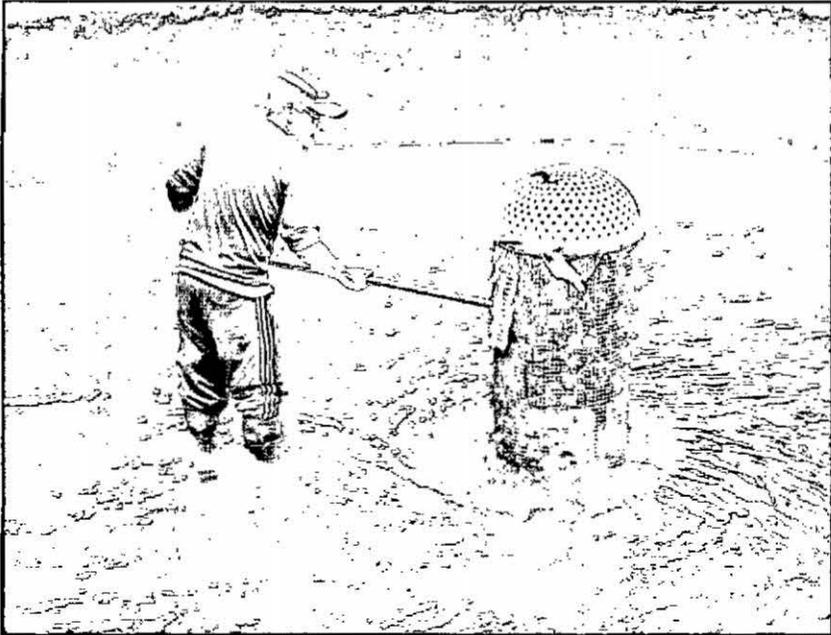


Imagen N° 04. Materiales utilizados para el desarrollo de la investigación.

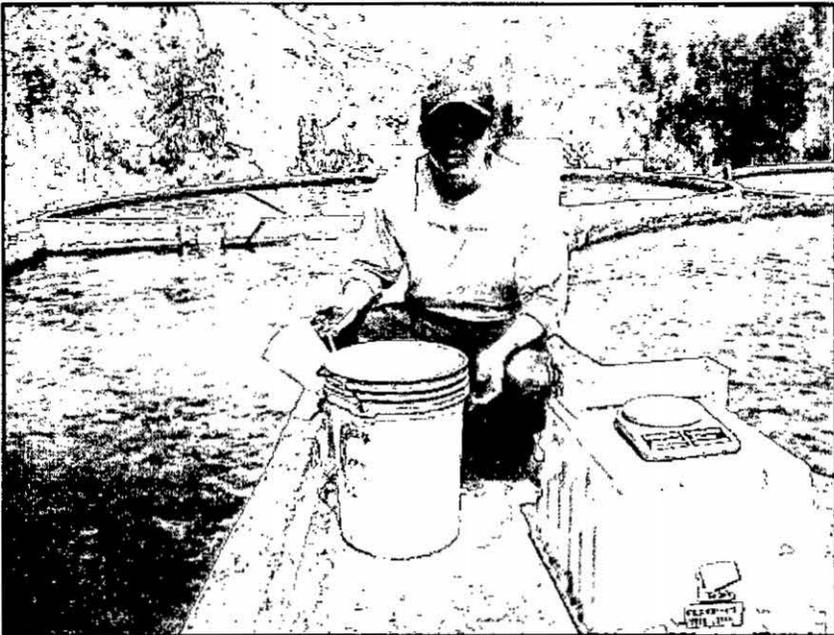


Imagen N°05. Captura de muestras para recolección de datos.



Imagen N° 06. Dosis de anestesia para adormecer truchas y obtener datos.



Imagen N° 07. Truchas anestesiadas, para tomarles la medida y el peso unitario.

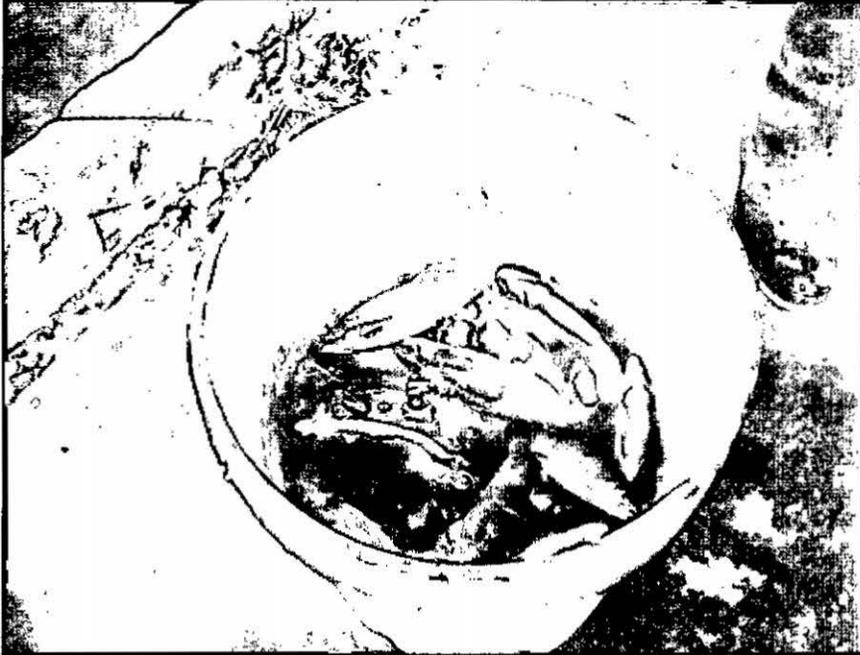


Imagen N°08. Visita de los ingenieros al centro donde se desarrolló la investigación.



Imagen N° 09. Pesando las truchas para obtener la biomasa.



Imagen N° 09. Pesando las truchas para obtener la biomasa.

