

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA



TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE LA ILUMINACIÓN PERMANENTE
SOBRE EL CRECIMIENTO DE ALEVINOS DE
TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*)
EN EL MUNICIPIO DE IRUPANA COMUNIDAD
APINGUELA LA PAZ**

RUBÉN SACACA LUNA

La Paz – Bolivia

2021

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA

EFFECTO DE LA ILUMINACIÓN PERMANENTE SOBRE EL CRECIMIENTO DE
ALEVINOS DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN EL MUNICIPIO
DE IRUPANA COMUNIDAD APINGUELA LA PAZ.

Tesis de Grado Presentada como
requisito parcial para obtener el Título
de Ingeniero en Producción y
Comercialización Agropecuaria

RUBÉN SACACA LUNA

Tribunales

Ing. M.Sc. Víctor Antonio Castañón Rivera

Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas

Tribunal Examinador

Ing. M.Sc. Gloria Cristal Taboada Belmonte

Ing. M.Sc. Rubén Jacobo Trigo Riveros

M.Sc. Mvz. Marcelo Adhemar Gantier Pacheco

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador:

La Paz – Bolivia

2021

DEDICATORIA

El esfuerzo realizado en el presente trabajo lo dedico con mucho amor y fe a Dios que siempre está en mi camino dándome la iluminación. A mis padres, Andrés Sacaca Chambi y Esperanza Luna Yanarico, que siempre me dieron el apoyo incondicionalmente e inculcándome disciplina, honestidad, honradez, lealtad y superación.

AGRADECIMIENTOS

Por la presente quiero expresar mi sincero agradecimiento a:

A los docentes y personal administrativo de la Facultad de Agronomía y en particular a la Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria por sus enseñanzas impartidas. Para que de esta forma seamos profesionales capaces de contribuir en el desarrollo en los nueve departamentos de nuestra querida Bolivia.

A mi Director: Ing. M.Sc Wilfredo Peñafiel, Asesores que me dieron el apoyo, generosidad y confianza por guiar los pasos de la presente investigación: Ing. M.Sc. Víctor Castañón Rivera e Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas

A los miembros del Jurado Revisor: Ing. M.Sc Gloria Cristal Taboada Belmonte. Ing. M.Sc. Rubén Trigo Jacobo. M.Sc. Mvz. Marcelo Adhemar Gantier Pacheco por sus enseñanzas impartidas durante mi formación profesional y por sus valiosas recomendaciones.

A mi padre y madre Sr. Andrés Sacaca Chambi y Sra. Esperanza Luna Yanarico. a quienes, con tanto amor, por brindarme su apoyo moral e incondicional las cuales me sirvieron para seguir adelante.

A mis hermanos Adela, Remberto, Marcos, Deysi, Benito, Iván, por sus orientaciones y consejos en la redacción del presente trabajo de investigación.

Al Sr. Julio Nacho Dueñas propietario de la granja piscícola privada Tiquina, por haberme brindado valiosa información, las cuales me sirvieron para realizar la presente investigación.

A mis amigos de la Carrera Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria. Iván, Paola, Cristian, Wilson y las demás amistades por los momentos inolvidables que hemos vivido y compartido.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo General	12
2.2. Objetivos Específicos.....	12
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1. Origen de la Trucha	13
3.2. Taxonomía y Partes de la Trucha Arco Iris	13
3.3. Generalidades de la Trucha Arco Iris.....	14
3.4. Fotoperiodo	17
3.5. Fotoperiodo y Alimentación.....	18
3.6. Efecto del Fotoperiodo en el Crecimiento de los Peces	19
3.7. Órgano Pineal en el Crecimiento de los Peces	20
3.8. Efectos del Fotoperiodo Asociados a las vías endocrinas involucradas con el Crecimiento de los Peces	20
3.9. La Melatonina en el Crecimiento de los Peces	21
3.10. Efecto de Luz Continua en los Peces	22
4. LOCALIZACIÓN	24
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
5.1. Material Biológico.	25
5.2. Materiales de Campo.....	25
5.3. Materiales de Escritorio.....	26
5.4. Alimento.....	26
5.5. Productos Químicos.....	27
5.6 Metodología.....	27
5.7. Acondicionamiento de Ambiente.....	27
5.8. Evaluación de la Calidad del Agua	28
5.9. Traslado de Alevinos.....	29
5.10. Distribución de Alevinos por Tratamientos.....	30
5.1.1. Alimentación	30
5.1.2. Toma de Datos	30

5.1.3. Control de los Parámetros Físico y Químico del Agua.....	31
5.1.4. Croquis de los Tratamientos.....	32
5.1.5. Tratamiento Testigo 12 Horas Luz.....	32
5.1.6. Tratamiento con Iluminación Permanente con 24 Horas de Luz.....	33
5.1.7. Evaluación Estadística.....	33
5.1.8. Variable de Respuesta.....	33
5.1.9. Ganancia de Peso Vivo.....	34
5.1.10. Consumo Efectivo de Alimento.....	34
5.2.1. Conversión Alimenticia.....	34
5.2.2. Factor de Condición.....	35
5.2.3. Mortalidad.....	35
5.2.4. Relación Beneficio – Costo.....	35
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	37
6.1. Ganancia de peso vivo.....	37
6.2. Longitud.....	39
6.3. Consumo efectivo de alimento.....	40
6.4. Conversión Alimenticia.....	43
6.5. Factor de Condición.....	44
6.6. Descripción de Enfermedades.....	46
6.7. Mortalidad.....	47
6.8. Costos de Producción.....	47
6.9. Costos Parciales de Producción.....	48
6.10. Beneficio/Costo.....	49
7. CONCLUSIONES.....	50
8. RECOMENDACIONES.....	51
9. BIBLIOGRAFÍA.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Partes de la trucha arco iris	14
FIGURA 2. Ubicación de la comunidad apinguela	24
FIGURA 3. Alevines utilizados para medir la luz en el crecimiento	25
FIGURA 4. Alimento utilizado en pellets	27
FIGURA 5. Acuarios iluminados con 24 hrs y 12 hrs luz	28
FIGURA 6. Evaluación del pH del agua	29
FIGURA 7. Traslado de alevinos en bolsa con oxígeno	29
FIGURA 8. Distribución de alevinos al azar	30
FIGURA 9. Registro biométrico de peso y talla de alevines	31
FIGURA 10. Croquis experimental de acuarios en ambos tratamientos	32
FIGURA 11. Ganancia de peso vivo de ambos tratamientos	37
FIGURA 12. Crecimiento de los peces en longitud por tratamiento	39
FIGURA 13. Consumo efectivo de alimento por tratamiento	41

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1. . Requerimiento de proteína para trucha arco iris	16
CUADRO 2. Análisis de varianza para la ganancia de peso de alevines por efecto de la iluminación.....	38
CUADRO 3. Prueba Media (Ganancia de peso).	38
CUADRO 4. Análisis de varianza para el consumo efectivo de alimento	41
CUADRO 5. Medias de ambos tratamientos	42
CUADRO 6. Análisis de varianza para la conversión alimenticia.....	43
CUADRO 7. Prueba Mdia para la conversión alimenticia	44
CUADRO 8. Análisis de varianza para el factor de condición	45
CUADRO 9. Prueba de Media para el factor de condición	45
CUADRO 10. Mortalidad de ambos tratamientos.....	47
CUADRO 11. Costos de producción (Egresos).....	48
CUADRO 12. (Ingresos)	48
CUADRO 13. Análisis de beneficio costo	49

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N.º 1. Tabla de Leitritz (1960)	62
ANEXO N.º 2 Fotografías de Trabajo de Campo.....	63

ABREVIATURAS

ANVA	Analisis de Varianza
B/C	Beneficio/Costo
Cm	Centímetro
CV	Coeficiente de Variación
CEA	Consumo Efectivo de Alimento
CA	Conversión Alimenticia
°C	Grados Centígrados
DE	Desviación Estándar
FC	Factor de Condición
g	Gramos
GPV	Ganancia de Peso Vivo
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
Msnm	Metros Sobre el Nivel del Mar
mm	Milímetro
%	Porcentaje
P	Peso
T°	Temperatura
VC	Velocidad de Crecimiento
I/B	Ingreso Bruto

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación, fue evaluar el efecto de la iluminación permanente sobre el crecimiento de alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). El ensayo fue realizado en 6 acuarios y se colocó 25 peces por acuario con un peso promedio inicial de 1,5 g. Para el estudio se aplicó 2 tratamientos: T1 (12 horas de iluminación) y T2 (24 horas de iluminación), cada tratamiento conto con 3 repeticiones y estadísticamente fue evaluado mediante un diseño completamente al azar.

Al cabo de 108 días de duración del ensayo se obtuvo los siguientes resultados: peso final T1 fue de 19,22/ g, y T2 fue de 20.13/ g la velocidad de crecimiento fue de 0,16/ g/día para el T1 y 0,17 g/día para el T2, el consumo efectivo de alimento fue de 218,6 g para el T1 y 335,4 g para el T2, la conversión alimenticia en T1 fue 1,3 y en el T2 de 1,9, el factor de condición del T1 fue de 1.33 y del T2 1.32. La mortalidad para el T1 fue 8% y para el T2 10%. El beneficio costo obtenido fue de 0,37 para el T1 y 0,27 T2, concluyéndose que ambos tratamientos no son rentables.

Durante el ensayo se sufrió el ataque de *Ichthyophthirius multifiliis*, el cual fue controlado con baños periódicos de sal.

Los resultados obtenidos mostraron que no es factible la producción de alevinos de trucha en acuarios con iluminación permanente, por lo tanto; en base a los resultados de la presente investigación se debe buscar otras alternativas para acelerar el crecimiento y optimizar el proceso productivo en la fase de alevinaje.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the effect of permanent lighting on the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. The test was carried out in 6 aquariums and 25 fish were placed per aquarium with an initial average weight of 1.5 g. For the study, 2 treatments were applied: T1 (12 hours of illumination) and T2 (24 hours of illumination), each treatment had 3 repetitions and was statistically evaluated through a completely randomized design.

After 108 days of duration of the test, the following results were obtained: final weight T1 was 19.22 / g, and T2 was 20.13 / g, the growth rate was 0.16 / g / day for T1 and 0.17 g / day for T2, the effective feed intake was 218.6 g for T1 and 335.4 g for T2, the feed conversion in T1 was 1.3 and 1.9 in T2, the condition factor for T1 was 1.33 and T2 1.32. Mortality for T1 was 8% and for T2 10%. The cost benefit obtained was 0.37 for T1 and 0.27 for T2, concluding that both treatments are not profitable.

During the trial the attack of *Ichthyophthirius multifiliis* was suffered, which was controlled with periodic salt baths.

The results obtained showed that the production of trout fingerlings in aquariums with permanent lighting is not feasible, therefore; Based on the results of this research, other alternatives should be sought to accelerate growth and optimize the production process in the juvenile stage.

1. INTRODUCCIÓN

Después de la introducción de cuatro especies de trucha al lago Titicaca en 1939, solo prosperó la "Trucha Arco iris" (*Oncorhynchus mykiss*) por sus características de reproducción y tiempo de crecimiento, no es una especie nativa de nuestro país, pero es cultivada en diversas partes de nuestro territorio y es de importancia económica para muchas familias que se dedican a su cultivo.

La truiticultura no ha alcanzado su plenitud de desarrollo porque aún sigue adoleciendo de algunos factores que minimizan la producción y la falta de conocimiento de técnicas para superar estos problemas, las piscigranjas de hoy cuentan con una adecuada infraestructura, manejo y alimentación, sin embargo, se ven afectadas por varios factores como son cambios bruscos de temperatura, disminución de oxígeno y otros, que influyen en el nivel de cría, recría y reproducción.

El crecimiento de muchos peces está influido por diferentes variables ambientales, entre las más importantes, podemos mencionar el fotoperiodo y las condiciones ambientales.

El fotoperiodo como componente de la iluminación, es un factor estimulante del crecimiento, supervivencia y madurez sexual de los peces, y está directamente relacionado con el tiempo de su exposición, favoreciendo al desarrollo de la producción de las especies en cultivo.

La importancia del desarrollo de nuevas tecnologías y protocolos de iluminación avanzados, que tengan en consideración los requerimientos específicos de cada especie y el ciclo vital sea como larva, alevino, juvenil o adulto serán de mucha importancia. El fotoperiodo también ayuda en la estrategia de alimentación y como estímulo de otras actividades metabólicas en varias especies de peces. Existen experiencias relacionadas

al fotoperiodo como factor condicionante de varios parámetros, como la tasa de consumo de alimento en algunos peces, dado a que es influenciada por la intensidad de luz a la que los individuos se exponen y dependiendo el éxito en la captura de la presa y el esfuerzo físico que se ejerce el pez sobre esta.

El estímulo visual y la duración del fotoperiodo de luz diaria, es el factor que determina la conducta de los peces y regula los ritmos de vida de los organismos acuáticos. En este sentido, es muy importante determinar cómo los cambios en el fotoperiodo afectan al comportamiento de los peces teleósteos, especialmente en ambientes que se encuentran bajo la luz artificial (El-Sayed, A.F., Kawanna, M., 2004).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la iluminación permanente sobre el crecimiento de alevines de trucha arco iris, en el municipio de Irupana comunidad Apinguela del departamento de La Paz.

2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los índices zootécnicos de los alevines de truchas arco iris sometido a fotoperiodos de 12 y 24 horas luz.
- Describir los principales problemas ictiopatólogicos de los diferentes tratamientos durante la duración de la investigación.
- Evaluar los costos de producción de alevines de trucha arco iris bajo dos fotoperiodos de iluminación.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen de la Trucha

La trucha arco iris (*Onchorynchus mykiss*) es una especie nativa de las cuencas que drenan al Pacífico en Norte América y desde comienzos de 1874 fue introducida en todos los continentes del mundo a excepción de la Antártica, para fines recreacionales (pesca deportiva) y cultivo. Con el desarrollo de los alimentos peletizados la producción de truchas creció para el año 1950 y hoy en día el cultivo es practicado muchos países tropicales y subtropicales de Asia, este de África y Sudamérica (FAO, 2005).

3.2 Taxonomía de la Trucha Arco Iris

El Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano (2003), menciona que la trucha es un pez vertebrado acuático, ovíparo de aguas dulces frías y limpias, semi rústico; de cuerpo fusiforme y respiración braquial, poseen cabeza grande, radios blandos, cuerpo cubierto de finas escamas, aleta segunda dorsal adiposa y primera de radios blandos; los músculos del cuerpo representan alrededor de las 3/5 partes del volumen total del pez y corresponden a las partes comestibles.

Según Rojas (2016), clasifica taxonómicamente a la trucha Arco iris según el siguiente detalle:

Clase: Osteichthyes

Orden: Salmoniformes

Familia: Salmonidae

Género: Orconchynchus

Especie: *Oncorhynchus mykiss*

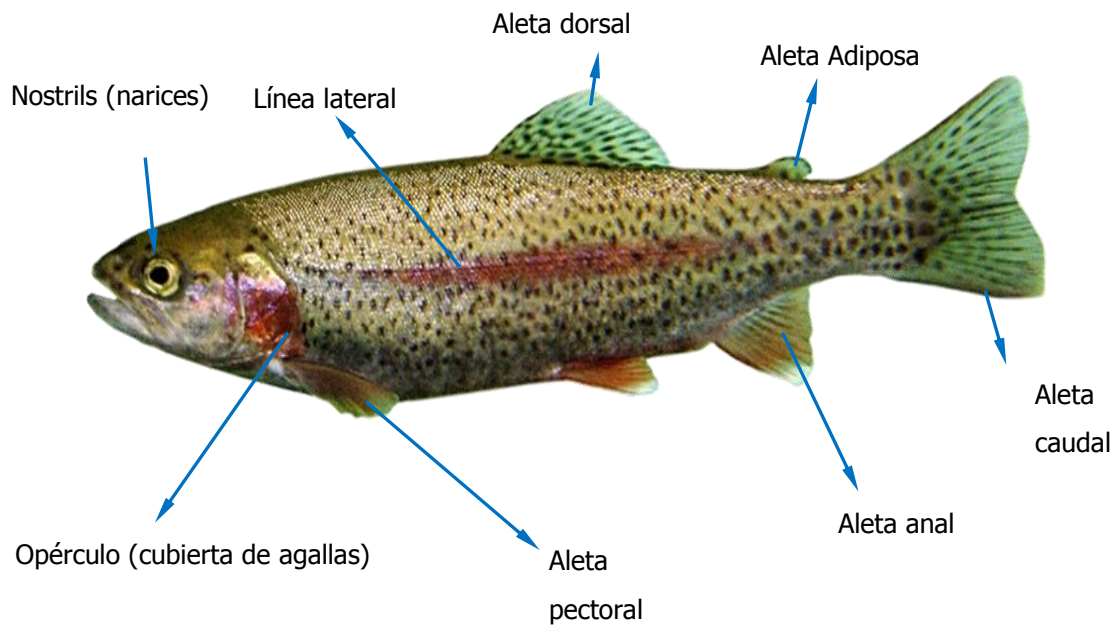


Figura 1 Partes de la trucha arco iris

3.3 Generalidades de la Trucha Arco Iris

La Trucha Arco iris es una especie que pertenece a la familia de los salmónidos es originario de la región del río Sacramento California de la costa occidental de los Estados Unidos de Norte América, llegó al país y se adaptó muy bien a estas aguas.

En estado libre esta especie puede alcanzar de 50 a 70 cm de longitud y de 4 a 5 Kg de peso, la trucha es un pez carnívoro que se alimenta en la naturaleza de presas vivas que captura, El macho se diferencia de la hembra por tener el cuerpo más alargado y la cabeza triangular, en cambio la hembra tiene el cuerpo más ensanchado y cabeza redonda, la trucha es ovípara, pero no se reproduce en cautiverio.

La temperatura más adecuada para la trucha arco iris en la producción es de 15°C. (Blanco, 1995). Pero crecen muy bien a temperaturas de 17 a 18°C tal como se pudo comprobar en el laboratorio de Acuicultura de la FIPA – UNAC (2005).

Experimentalmente se ha comprobado que la temperatura óptima para el metabolismo de la trucha arco iris es de 18°C, es decir que a esta temperatura la trucha consigue un aprovechamiento máximo, desde el punto de vista del piscicultor y por tanto una máxima conversión del alimento (Drummond, 1988).

Leitritz (1980), menciona que el nivel de seguridad de oxígeno para la trucha es 5 – 5,5 ppm. pero es preferible 7 ppm. (Godoy, 2002). La cantidad mínima de oxígeno disuelto en el agua, necesaria para mantener a una trucha en perfecta vitalidad, se encuentra alrededor de 9 mg/l.

El pH del agua debe ser neutra o ligeramente alcalina, con valores que oscilen entre 5 y 8,5 (Turli, 1970).

El Anhídrido carbónico debe mantenerse en valores bajos 4 a 8 mg/l (Blanco, 1995).

La Alcalinidad se refiere a ciertos aniones (carbonato, hidróxido). Los rangos permisibles son de 20 a 200 ppm (Godoy, 2002).

La dureza total es la cantidad de sales totales en miligramos y expresados como carbonato de calcio los rangos permisibles son de 60 – 300 ppm los cuales permiten un crecimiento adecuado de la trucha (Godoy, 2002).

La trucha es un pez de hábito carnívoro y se alimenta en la naturaleza de presas vivas, como insectos en estado larvario, moluscos, crustáceos, gusanos, renacuajos y peces pequeños, en los ambientes naturales a nivel de alevines, luego a medida que va creciendo, ya que es muy voraz (Ruiz, 1993).

La alimentación de la trucha en un sistema intensivo, está basado completamente en alimento balanceado generalmente procedente del Perú o Brasil, ya que en nuestro país la producción de alimento balanceado para trucha es muy escasa (Castañón, 2019)

Según Castañón (2019), los peces en general y la trucha en particular, a diferencia de otras especies animales requieren cantidades considerables de proteína en todas las etapas de su desarrollo, los requerimientos de proteína varían con la edad de los peces, siendo así que los alevinos (peces de corta edad) necesitan mayor cantidad de proteína en comparación a los peces adultos.

Cuadro 1. Requerimiento de proteína para trucha arco iris

Edad	Proteína (%)	Denominación del Alimento
Alevinos	45 – 55	Iniciador
Juveniles	35 – 45	Crecimiento
Adultos	30 – 40	Acabado

Una deficiente nutrición puede conllevar a enfermedades nutricionales, que a su vez pueden dar lugar a la aparición de enfermedades clínicas y sub clínicas (Castañón, 2019).

Las enfermedades de la trucha conocidas en el país pueden ser causadas por bacterias como el: Vibrio (*Vibrio anguillarum*), Furunculosis (*Aeromonas salmonicida*), Enfermedades de columnaris (*Flexibacter columnaris*), Enfermedad de las aguas frías (*Cytophaga psychrophilia*). Estas enfermedades generalmente en nuestro medio no se las pueden tratar químicamente, por lo tanto; se puede prevenir con un buen manejo de los peces (Castañón, 2029).

Otra enfermedad que se presenta en las truchas con mucha frecuencia es causada por hongos (*Saprolegnia* sp), esta enfermedad ataca especialmente a toda la trucha que viven

en cautiverio, como también a las ovas que están en proceso de incubación. Para tratar esta enfermedad se está utilizando yodo orgánico para el proceso de incubación de ovas, en cambio a los peces grandes no se aplica ningún tratamiento (Castañon, 2019).

Se debe tener mucho cuidado con una enfermedad parasitaria como Punto Blanco (*Ichthyophthirius multifiliis*), cuyo agente causal es un parásito de carácter cosmopolita, el mismo que se manifiesta y ataca cuando la temperatura del agua baja bruscamente entre 1 y 3 grados por debajo de lo normal, este parásito es mortal especialmente para los alevinos, porque son más susceptibles al ataque del parásito, los adultos también son atacados pero no mueren (Castañon, 2019).

3.4 Fotoperiodo

El fotoperiodo es uno de los factores exógenos que influyen directamente en el crecimiento de los peces a través de cambios en el funcionamiento endocrino y secreción de las hormonas, la melatonina y la tiroxina que regulan el ritmo diario endógeno en los peces y también afecta el crecimiento, la actividad de locomoción, la tasa de metabolismo, la pigmentación del cuerpo, la maduración sexual y la reproducción (Duston y Saunders, 1990).

Para algunas especies, los fotoperiodos largos pueden modificar indirectamente el crecimiento de los peces mediante el incremento del consumo de alimento, el desarrollo de la masa muscular mediante el aumento de la actividad locomotora (Boeuf y Le Bail, 1999).

La mejora de la eficiencia del uso de nutrientes (Biswas, 2005) y/o redirigir la energía de desarrollo gonadal en el crecimiento somático (Rad, 2006).

Sin embargo, el efecto del fotoperiodo en el crecimiento somático y la maduración sexual se ha estudiado poco durante las primeras etapas del desarrollo del pez (Rad,

2006). La manipulación del fotoperiodo no siempre provoca beneficios en el rendimiento de peces y la supervivencia.

A largo plazo, los cambios en el régimen de luz pueden dar lugar a efectos negativos sobre el metabolismo y desarrollo de peces, especialmente cuando se utilizan fotoperiodos extremos (24HL: 00H0), que difiere considerablemente de las condiciones en el medio silvestre (Bromage, 2001).

El fotoperiodo está muy extendido entre los peces teleósteos y se ha estudiado en al menos nueve órdenes, en diversas especies. El fotoperiodo puede proporcionar la señal de inactividad estacional, así como la migración, la maduración sexual, la fisiología y el comportamiento asociado en los peces migratorios.

Peces con cortos ciclos de maduración gonadal por lo general requieren de forma secuencial que cambien la duración del día (Bromage, 2001). Hay dos tipos de fotoperiodos básicos (Pittendrigh, 1965), fotoperiodos "simétricos" en el que cada pulso de luz es de misma duración y hay fotoperiodos "asimétricos" en el que los pulsos de luz son de diferentes longitudes, aunque no se sabe qué tan brillante un pulso de luz debe ser para estimular una respuesta de los peces (Sumpter, 1990). Sin embargo, se ha demostrado que la exposición a la luz de baja intensidad puede ser eficaz (Bergman, 1987).

3.5 Fotoperiodo y Alimentación

El fotoperiodo es uno de los factores más importantes que afectan a la estrategia de alimentación del pez (Reynalte - Tataje, 2002) y en la mayoría de las especies, la alimentación se produce de una manera no aleatoria, a raíz de ciertos biorritmos estándar, es decir, los ritmos circadianos están influenciados por el fotoperiodo, tanto los peces diurnos son más activos durante el día y menos activos durante la oscuridad, mientras que lo contrario es cierto para los peces nocturnos (Boeuf y Le Bail, 1999).

3.6 Efecto del Fotoperiodo en el Crecimiento de los Peces

En la naturaleza, la intensidad de la luz y el color de fondo pueden afectar a la detección y la alimentación de los peces, influyendo así en el crecimiento de los peces y su mortalidad.

La luz es un factor externo y ecológico complejo cuyos componentes incluyen: espectro de color (calidad), la intensidad (cantidad) y fotoperiodo (periodicidad). La "receptividad" del pez a la luz cambia profundamente de una especie a otra y dentro de la misma especie, de una etapa de desarrollo a otra (Mohamed, 2013).

Los datos disponibles indican que el crecimiento de los peces sigue un patrón estacional, que varía en función de la duración del día, la pregunta plantea saber cómo están influenciadas por los efectos del fotoperiodo y estudios fisiológicos previos sugieren un papel muy importante de la glándula pineal (Mohamed, 2013).

El órgano pineal es una estructura neural con capacidad secretora, desempeña un papel muy importante en la percepción del fotoperiodo y la temperatura y en la codificación de esta información en señales nerviosas (neurotransmisores) y neuroendocrinas (melatonina) que permiten la sincronización ambiental de numerosos procesos rítmicos y circadianos. La naturaleza química de los elementos celulares que componen el órgano pineal se ha manifestado mediante técnicas citoquímicas, inmunohistoquímicas y de hibridación *in situ*, que han permitido identificar tanto las células secretoras de melatonina como las células fotorreceptoras y las células gliales (Ekstrom y Meissl, 1997; Falcón et al. 2007).

La melatonina podría afectar a los peces en la secreción de la hormona del crecimiento, ya sea directamente (en la hipófisis) o indirectamente (hipotálamo). También puede influir en el metabolismo de la hormona tiroidea, así como en la ingestión de alimentos, otros dos factores que afectan el crecimiento (Gross, 1995).

3.7 Órgano Pineal en el Crecimiento de los Peces

Se sabe que el fotoperiodo es percibido por los fotoreceptores ubicados en la glándula pineal, lo que se traduce en fluctuaciones rítmicas de melatonina, hormona clave en la percepción del día y la noche de los peces, influenciando la mayor parte de procesos fisiológicos, entre ellos, la reproducción. Estos ritmos pueden ser afectados por la intensidad de la luz y el espectro lumínico. Estudios demuestran que, el salmón Atlántico, por ejemplo, la intensidad mínima requerida para inhibir la producción rítmica de melatonina es $0,016 \text{ W/m}^2$ (Migaud, 2006).

3.8 Efectos del Fotoperiodo Asociados a las vías Endocrinas involucradas con el Crecimiento de los Peces

El crecimiento del pez está regulado por diversos factores ambientales, como el fotoperiodo, la temperatura, la salinidad, por factores bióticos tales como el sexo, el genotipo y por el estado nutricional (Boeuf y Falcón, 2001).

En general, los peces siguen un patrón estacional de crecimiento, que varía en función de la duración del día (Boeuf y Falcón, 2001).

En conjunción con este patrón estacional, se observan cambios en la ingesta de alimentos, la digestión y la reproducción, todos los cuales están relacionados con los ritmos de comportamiento específicos que se piensa que es controlado por la luz, secretando la hormona melatonina (Volkoff, 2005).

La melatonina ha sido sugerido como partícipe en el control del crecimiento de los peces mediante el control de ritmos específicos de comportamiento que, en última instancia, afectan el crecimiento, la ingesta de alimentos y la digestión, aunque los caminos directos y/o indirectos son actualmente desconocidos (Zachmann et al., 1992; Poner et al., 1999).

La investigación realizada por Falcón (2003), sugiere que los efectos de la melatonina sobre el crecimiento de este modo pueden ser el resultado de los efectos diferenciales, la hormona del crecimiento (GH), la prolactina (PRL) u otras hormonas de la pituitaria.

Además de un efecto directo en la glándula pituitaria, los niveles de melatonina pueden influir en el hipotálamo - pituitaria y/o tejidos periféricos involucrados en el suministro de energía y la ingesta de alimentos mediante la alteración de la percepción de los peces (Boeuf y Falcón, 2001).

3.9 La Melatonina en el Crecimiento de los Peces

Los modos de inducir el crecimiento de los procesos celulares como la proliferación celular y la diferenciación finalmente resultan en el crecimiento somático y esquelético general del pez (Ridha y Cruz, 2000).

En luz continua (24HL:00H0) e intensidades de 30 luxes (1x) se observó que el crecimiento del anón (*Melanogrammus aeglefinus*) fue mayor comparado con intensidades de 100 lx en luz continua. En bajas intensidades de luz *M. aeglefinus* presentó una baja actividad locomotriz, lo cual redujo el gasto metabólico y aumentó la masa corporal (Trippel y Neil, 2003).

En contraste, las intensidades de 2,400 lx en *Gadus morhua* aumentaron la visibilidad de alimento, lo que incrementó la ingesta y generó un mayor crecimiento de la especie (Puvanendran y Brown, 2002).

Existe una discrepancia especie - específica en la preferencia de intensidades lumínicas entre *M. aeglefinus* la cual es de 30 lx, mientras que para *G. morhua* es de 2,400 lx. La

preferencia a las diferentes intensidades lumínicas fue evidente aun cuando ambas especies son de la misma familia, ya que tienen una distribución similar (Puvanendran y Brown, 2002).

La profundidad reduce la intensidad de luz a través de la columna de agua (Boeuf y Le Bail, 1999); *M. aeglefinus* en su medio natural comúnmente habita a profundidades de 80 a 200 metros, en contraste *G. morhua* habita entre los 30 y 80 metros de profundidad (Cohen, 1990).

3.10. Efecto de Luz continúa en los Peces

La diferencia entre las profundidades en las que habitan *M. aeglefinus* y *G. morhua*, puede explicar la disimilitud que existe entre las preferencias de intensidades lumínicas de ambas especies Trippel y Neil, (2003), Utilizaron tanques de 450 L, con una profundidad de 30 centímetros (cm), mientras que Puvanendran y Brown, (2002). utilizaron tanques rectangulares de 30 L, con una profundidad de 38/ cm.

Pese al contraste en los volúmenes usados en ambos trabajos, la profundidad de los tanques utilizada por Puvanendran y Brown, (2002), y por Trippel y Neil, (2003), fue similar, lo cual explica de alguna manera los resultados sobre las preferencias a las intensidades lumínicas de *M. aeglefinus* y *G. morhua*.

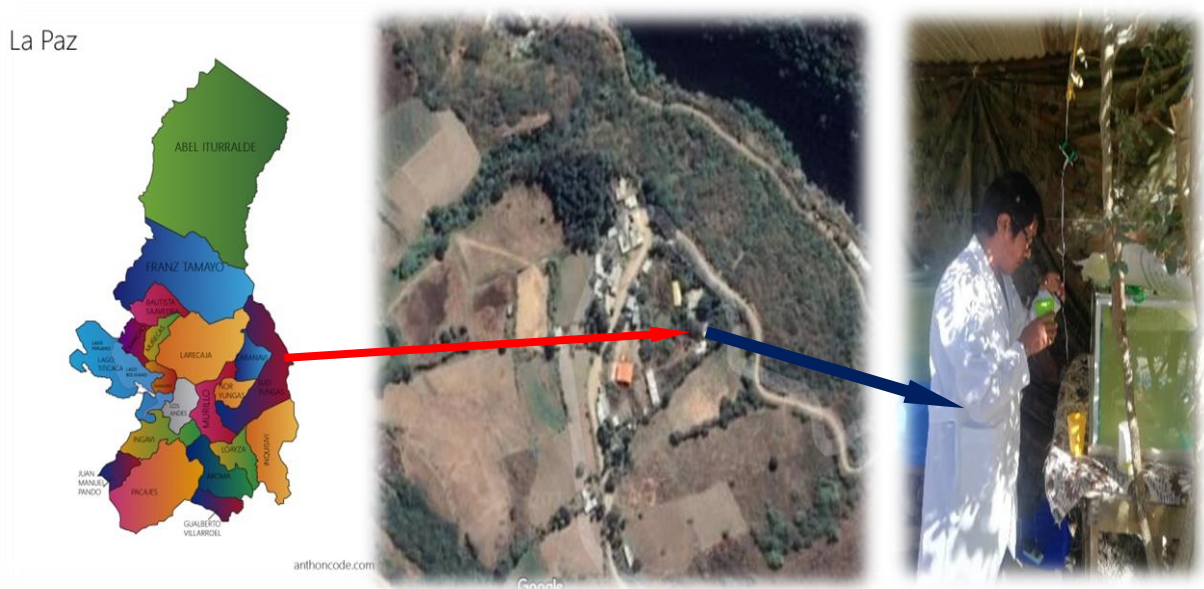
Rad et al. (2006), observaron un bajo desarrollo gonadal y un aumento en el crecimiento de truchas arco iris en periodos de luz continua comparado con fotoperiodos extendidos (20HL:04H0 y 18HL:06H0). Este efecto se relacionó a un mayor consumo de alimento observado en 24HL:00H0 comparado con el consumo en el resto de los fotoperiodos y al desvío de la energía necesaria para el desarrollo gonadal hacia el crecimiento somático. En contraste con Rad, (2006), Ridha y Cruz, (2000), expusieron a machos y hembras de

truchas arco iris a diferentes intensidades de luz (2,500 y 500 lx) combinado con tres fotoperiodos diferentes (12 HL:12 H0, 15 HL:09 H0 y 18 HL:06 H0). En machos expuestos a intensidades de 2,500 lx con 12 HL:12 H0 y 500 lx con 15 HL:09 H0 el retraso de la reproducción y el aumento en el crecimiento fue mayor comparado con el resto de los tratamientos.

Adicionalmente Campos - Mendoza et al., (2004), y Biswas et al., (2005). coincidieron en que la actividad reproductiva de trucha arco iris disminuye en periodos de día corto (06 HL:18 H0 y 08 HL:16 H0).

1. LOCALIZACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Apinguela, Municipio de Irupana, Provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz.



La Paz. M. Irupana

Comunidad Apinguela

Lugar del Trabajo

Figura 2. Ubicación de la comunidad Apinguela

Geográficamente la comunidad se encuentra ubicada entre los 16° 38' 35.7" latitud Sur y 67° 37' longitud Oeste, una altitud promedio de 2200/msnm, presenta una precipitación anual promedio de 1550/mm. Las temperaturas medias anuales en la comunidad oscilan entre 25,5°C siendo la temperatura máxima y la temperatura mínima oscila en 19,8°C.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Material Biológico

En el presente estudio, se utilizó 150 alevinos de truchas Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) con un peso promedio de 1 g y 5 cm de longitud total



Figura 3. Alevinos utilizados para medir la luz en el crecimiento

5.2 Materiales de Campo

Los materiales utilizados fueron los siguientes:

- 6 Acuarios de 100 lt de capacidad
- 1 Balanza de reloj de 5 kg
- 1 Balanza de precisión (+/-0.0002 g)
- 2 Termómetros digitales
- 1 Ictiometro
- Cámara fotográfica
- 1 Tamo de Red
- 2 Pares de toalla

-
- 2 Pares de guante
 - 2 Recipientes de plástico
 - 1 Balanza para pesar el alimento
 - 1 Flexo de 5m
 - 2 Baldes de 20 lt
 - 2 Overol
 - 2 Unidades de focos
 - 50 m de Cable eléctrico e (interruptores, soquetes)
 - 1 Paquete de plástico negro
 - Material de limpieza

5.3. Materiales de Escritorio.

- 100 Hojas de papel bond tamaño carta
- 4 Lapiceros de distintos colores
- 1 Maquina portátil Laptop
- 1 Agenda
- 1 Impresora
- 1 Calculadora científica
- 1 paquete de marcadores
- 2 Cámara digital
- Planillas de registros

5.4 Alimento

- 5 Kg de alimento balanceado peletizado y extrusado para alevinos de industria brasilera



Figura 4. Alimento utilizado en pellets

5.5 Productos Químicos

- 50 ml de Verde Malaquita
- 100 ml de Azul de Metileno
- 1 Kg de Sal común

5.6 Metodología

La metodología implica todas las actividades que se realizó durante el trabajo de investigación, el cual nos permite alcanzar y cumplir los objetivos planteados.

5.7 Acondicionamiento de Ambiente

Para la presente investigación se utilizó un ambiente experimental dividido en dos partes, uno con iluminación permanente y el otro con iluminación de 12 horas y 12 horas de oscuridad, en los cuales se instalaron los acuarios.

Los acuarios fueron construidos con vidrio con medidas de 70 x 40 y 40 de profundidad y una capacidad de 100 litros, colocándose 25 peces por acuario.

El agua de los acuarios registró una temperatura promedio de 16,5°C y oxígeno disuelto de 5 mg/l.

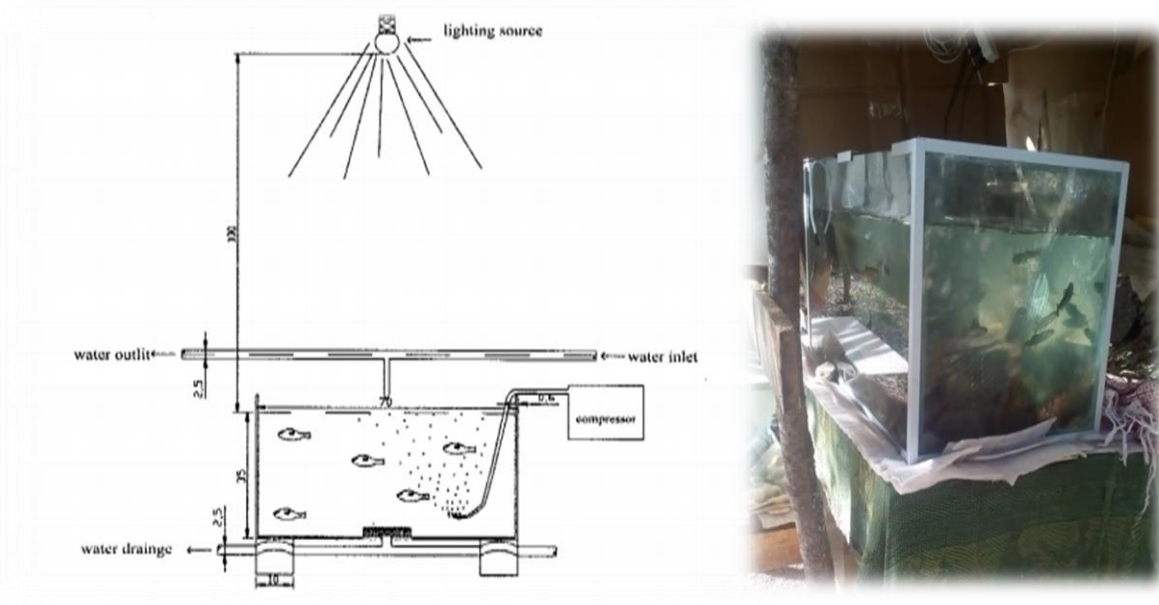


Figura 5. Acuarios iluminados con 24 y 12 horas de luz

5.8 Evaluación de la Calidad del Agua

La evaluación físico – química del agua de los acuarios considero los parámetros más significativos como ser: pH T°, O₂ y Conductividad eléctrica.

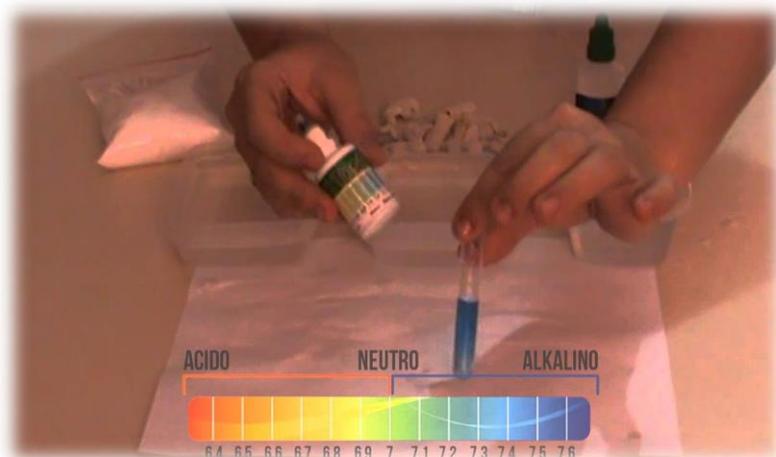


Figura 6. Evaluación del pH del agua

5.9 Traslado de Alevinos

Los alevinos fueron transportados hasta el lugar de experimentación desde el Lago Titicaca en bolsas plásticas con agua y oxígeno suficiente para su supervivencia. Las truchas fueron compradas de la granja Piscícola Don Julio Nacho, Ubicado en el Municipio de Tiquina Localidad San Pablo (Estrecho de Tiquina).



Figura 7. Traslado de alevinos en bolsa con oxígeno

5.10 Distribución de Alevinos por Tratamientos

Para la investigación se distribuyeron 25 alevinos al azar en cada acuario.



Figura 8. Distribución de alevinos al azar

5.1.1 Alimentación

En el presente trabajo de investigación, los alevinos fueron alimentados diariamente con alimento balanceado en pellets, de acuerdo a los diferentes tratamientos.

La cantidad de alimento a suministrarse fue calculada mediante la Tabla de Leitritz (anexo 1), que toma como referencia el peso promedio y la temperatura del agua, la cual indica la cantidad adecuada de alimento a proporcionarse diariamente.

El alimento balanceado proporcionado a los peces en todos los acuarios fue pesado, como también se registró el alimento desperdiciado y el rechazado.

5.1.2 Toma de Datos

Los datos fueron tomados semanalmente de los diferentes tratamientos, para ello se utilizó una planilla de registro.

Para el control de crecimiento se registra los datos de peso total y longitud total, a la hora y estándar, para la toma de datos los peces fueron seleccionados al azar. El pesado de los peces se realizó en una balanza de precisión, además de utilizar recipiente con agua, regla milimétrica, ictiómetro y toallas.

El peso vivo de los peces se registró desde el inicio del trabajo de investigación cuando los alevinos tenían un peso promedio de 1,5 g hasta que alcanzaron un peso promedio de 19,7 g, que es el peso de finalización de la etapa de inicio. Los datos fueron tomados semanalmente a primera hora antes de suministrar alimento a los peces para no causar estrés y posibles muertes por el manipuleo.



Figura 9. Registro biométrico de peso y talla de alevines

5.1.3 Control de los Parámetros Físico y Químico del Agua

En cada acuario, se registró la temperatura diariamente a las 06:00, 15:00 y 18:00 horas mediante un termómetro digital ($\pm 0,1$ °C), y cada tres días se registró el oxígeno

disuelto con un oxímetro digital ISY 55 ($\pm 0,01 \text{ mg l}^{-1}$), el pH se midió con un potenciómetro (HACH,LDO) diariamente, las concentraciones de amonio (NH_4), y nitritos (NO_2) fueron medidos semanalmente por colorimetría con un kit de análisis de $\text{NH}_4 - \text{NH}_3$ y $\text{NO}_2 - \text{NO}_3$ marca Sera®.

5.1.4 Croquis de los Tratamientos

En el croquis se presenta las unidades experimentales de acuerdo a los tratamientos.

Volumen Total = $0,100 \text{ m}^3$

Volumen de Agua por U.E = 0.055 m^3

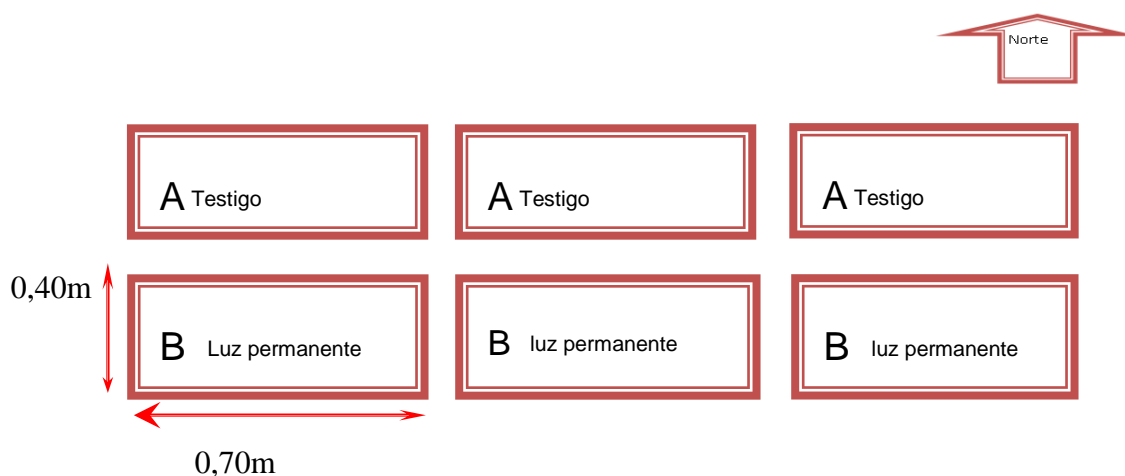


Figura 10. Croquis experimental de acuarios en ambos tratamientos

5.1.5 Tratamiento Testigo con 12 Horas de Luz

En el tratamiento testigo con 12 horas de iluminación, las truchas fueron alimentados 2 veces al día, a las 09:00 y 15:00, aplicando la tasa diaria de alimentación de Leitritz durante un periodo de 108 días.

5.1.6 Tratamiento con Iluminación Permanente con 24 Horas de Luz

En este lote la alimentación se realizó cuatro veces durante las 24 horas, a las 09:00 - 15:00 – 21:00 – 03:00 aplicando una tasa diaria de alimentación de acuerdo a la tabla de Leitritz durante un periodo de 108 días.

5.1.7 Evaluación Estadística

El trabajo fue evaluado mediante un diseño completamente al azar, conformado por 2 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento haciendo un total de 6 unidades experimentales acondicionadas cada una de ellas con sistemas de recirculación y se colocaron 75 peces en cada tratamiento,

Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Respuesta de la i -ésima unidad experimental que recibe j -ésimo tratamiento

μ = promedio Global (media)

T_j = Efecto del j -ésimo tratamiento

j = Tratamiento 0, 1, 2, 3

i = Réplicas 0, 1, 2, 3

E_{ij} = Error experimental asociado a la i -énima unidad experimental sometida al j -simo tratamiento

5.1.8 Variable de Respuesta

Se registraron los datos de pesos totales y promedios con lo cual se calculó:

5.1.9 Ganancia de peso Vivo

El peso vivo, es el peso resultante de un animal en un determinado periodo de tiempo. La ganancia de peso vivo es la diferencia del peso final (Pf) menos el peso inicial (Pi) en un determinado momento de su crecimiento.

Según Castañón et al., (1998), para este propósito se toma una muestra de animales al azar (10 a 20%) y se los pesa en una báscula. Matemáticamente se la expresa de la siguiente manera:

$$\text{GPV} = \text{Pf} - \text{Pi}$$

5.1.10 Consumo Efectivo de Alimento

El consumo efectivo de alimento (CEA) se refiere a la cantidad de alimento Tal Como Ofrecido (TCO) consumido menos el alimento desperdiciado y el alimento rechazado.

$$\text{CEA}_{\text{TCO}} = \text{Alimento TCO} - \text{Peso de Alimento Desperdiciado} - \text{Peso de Alimento Rechazado}$$

5.2.1. Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia está dada por la relación del peso seco del alimento ingerido por unidad de peso húmedo incrementado del organismo producido (CAYCIT, 1987).

El factor de conversión alimenticia se define por la siguiente expresión:

$$\text{C.A.} = \frac{\text{Consumo Efectivo de Alimento}}{\text{Ganancia de Peso}} \times 100$$

5.2.2 Factor de Condición

El factor de condición expresa la relación volumétrica existente en función del peso (Ricker, 1971 citado por CAYCIT, 1987).

Stevenson (1985), indica que el factor de condición está basado en el peso que es proporcional a la raíz cubica de su longitud y se expresa de la siguiente manera:

$$K = \frac{(\text{Peso corporal} \times 100)}{(\text{Longitud})^3}$$

- Si K es menor a 1, la condición del pez es de mala calidad (largo y flaco).
- Si K es igual a 1, la condición del pez es de buena calidad.
- Si K es mayor a 1, la condición del pez es grasa (gordo).

5.2.3 Mortalidad

Según (Reartes, 2002), para evaluar la mortalidad de los alevines el control se realizó diariamente en los diferentes tratamientos mediante el recojo de los peces muertos, el % de la mortalidad de los alevinos se calcula con la siguiente relación:

$$\text{Mortalidad} = \frac{\text{Número de muertos}}{\text{Total criados}} \times 100$$

5.2.4 Relación Beneficio – Costo

Se calculó relacionando el ingreso bruto con los costos de producción.

$$B/C = IB/CP$$

B/C = Beneficio Costo

CP = Costo de Producción

IB = Ingreso Bruto

- Si la relación $B/C > 1$, entonces es rentable, existente beneficio
- Si la relación $B/C = 1$, entonces es igual
- Si la relación $B/C < 1$, entonces no existe beneficio

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Ganancia de Peso Vivo

La ganancia de peso vivo obtenido en los tratamientos se muestra en la Figura 11, donde se pueden observar que no existen diferencias significativas en la ganancia de peso de los alevinos.

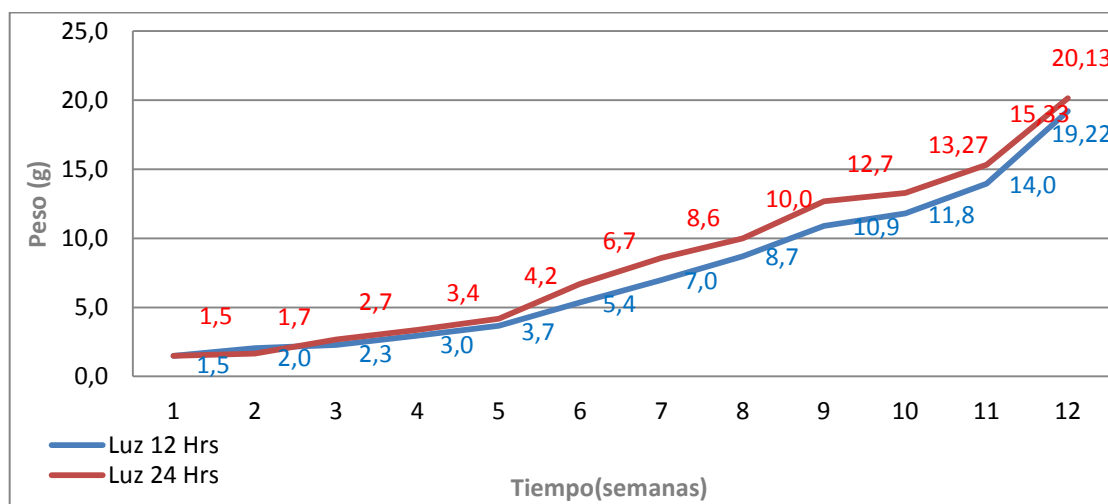


Figura 11. Ganancia de peso vivo de ambos tratamientos

En la Figura 11, Se observa que el peso inicial de los alevinos para la evaluación fue de 1,5 g de peso promedio y al final del periodo de investigación alcanzaron una ganancia de peso vivo promedio de 19,7 g en un tiempo de 108 días.

Los alevinos del T1 presentan una ganancia diaria de peso de 0,16 g, mientras que en el T2 presentan una ganancia media diaria de peso promedio de 0,17 g/día.

En la Cuadro 2 se observan los resultados del análisis de varianza para la ganancia de peso de los alevines de los tratamientos y el coeficiente de variación es de 4,27%

Cuadro 2. Análisis de varianza para la ganancia de peso de alevines por efecto de la iluminación

Origen de las Variaciones	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculado	Pr > F	Significancia
Métodos	1	1,251266667	1,251266667	1,774	0,254	NS
Error	4	2,822066667	0,705516667			
Total	5	4,073333333				

Coefficiente de Variación % = 4,27%

En el Cuadro 2, se observa que no existe diferencias entre los tratamientos para la variable ganancia de peso, es decir que esta variable no depende de la iluminación (luz 24 horas). Siendo el coeficiente de variación de 4,27%, lo cual indica que los datos obtenidos en campo son confiables.

Tomando como referencia la prueba de Media, en la ganancia de peso corrobora que no existe diferencia entre los tratamientos.

Cuadro 3. Efecto de la iluminación permanente GPV a los 108 días

Grupos	Media (g)	T($\alpha=5\%$)
Testigo T1	19,22	a
Luz permanente T2	20,13	a

Esta ganancia de peso obtenida, es mayor a la reportada por Condori (2019), quien en un estudio de crecimiento y levante de larvas de alevinos de trucha con diferentes niveles

de alimentación en Llaullini – La Paz, obtuvo una ganancia media diaria de $T1 = 0,13$ g/día, $T2 = 0,12$ g/día y $T3 = 0,11$ g/día, estos pesos están influenciados por la densidad de siembra. A mayor densidad de siembra, cada pez aumenta de peso más lentamente, en cambio en bajas densidades de siembra el peso aumenta más rápido (Morales, 2014).

6.2 Longitud

La variable longitud muestra que no existen diferencias significativas para los diferentes tratamientos durante 108 días.

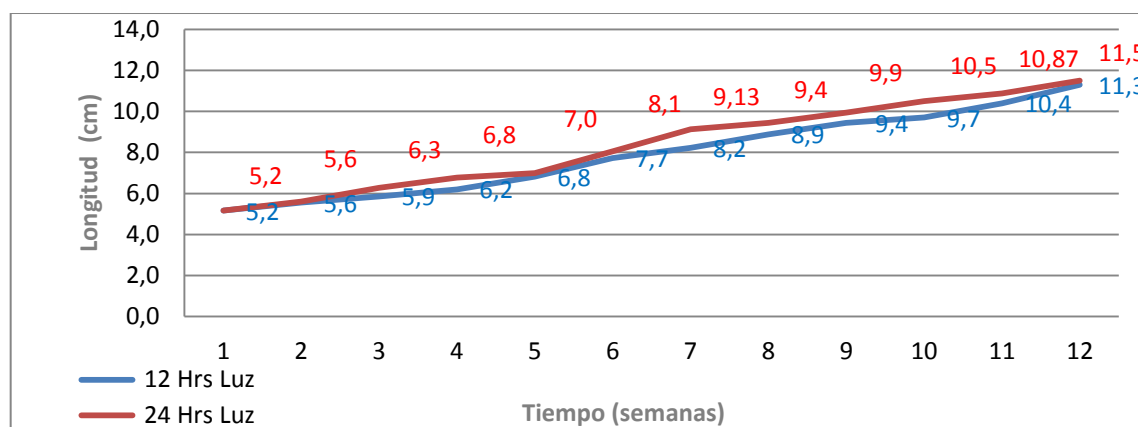


Figura 12. Crecimiento de los peces en longitud por tratamiento

De acuerdo a la Figura 12, se observa que la longitud de inicio en llegada a la investigación es de 5,2 cm de promedio incrementándose paulatinamente hasta alcanzar 11,4 cm de longitud en promedio, no se aprecian variaciones de crecimiento de los tratamientos durante los cuatro meses.

A largo plazo, los cambios en el régimen de luz pueden dar lugar a efectos negativos sobre el metabolismo y desarrollo de peces, especialmente cuando se utilizan

fotoperiodos extremos (24 HL: 00 H0), que difiere considerablemente de las condiciones en el medio silvestre (Rad, 2006).

Según Stefansson, (2002), la influencia del fotoperiodo en larvas o juveniles de *Oncorhynchus mykiss*, no siempre ha sido reportada como positiva para el crecimiento, demostrando que en periodos largos 24 luz actúan como irritantes

Deza, (2002), obtuvieron resultados similares con lo reportado para la especie *Piaractus brachypomus*, evaluadas en tres densidades de cultivo de 5, 10 y 15 kg/m³, obteniendo longitudes estándar promedios de 18,33; 17,88 y 16,67 cm respectivamente; mientras que Ferrari y Bernardino, (2006), reportan resultados para la especie *Piaractus mesopotamicus* con densidades de 5 y 10/ kg/m³, obteniendo resultados de longitud final de 20,94/ cm y 16,4/ cm respectivamente. Asimismo, Aldava, (2017), realizó ensayos para la especie Pacotanas con densidades de 1, 2 y 3 kg/m³, mostrando ganancias de longitud de 16,52; 15,82 y 15,81/ cm respectivamente.

Según Castañón, (2003), menciona en su trabajo de investigación denominado “Crecimiento de alevines de *O. bonariensis* alimentadas con *Artemia salina*” tuvo un crecimiento promedio de 2,05 cm, los alevinos alimentadas con *Daphnia pulex* crecieron en promedio de 1,59 cm y finalmente el mayor crecimiento registrado fue de 2,46 cm que corresponde al alimento combinado de *D. pulex* y *A. salina*, en un periodo de tiempo de 12 semanas.

6.3. Consumo Efectivo de Alimento

La Figura 13 muestra que el alimento Tal Como Ofrecido fue de 280 g en el T1 y 560 en el T2, el alimento desperdiciado fue 19,6 g en el T1 y 52,1 en el T2, el alimento rechazado fue de 41,8 g en el T1 y 172,5 en el T2, el Consumo Efectivo de Alimento fue de 218,6 g en el T1 y 335,4 en el T2.

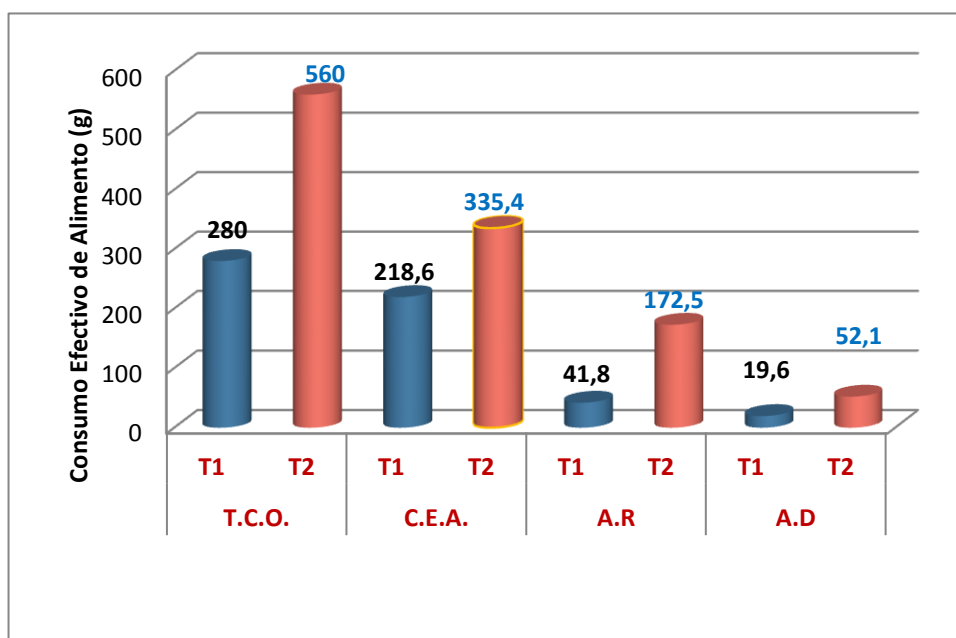


Figura 13. Consumo efectivo de alimento por tratamiento

En el Cuadro 4, muestra el ANOVA del consumo efectivo de alimento obtenido para ambos tratamientos de la investigación, observándose significancia en este índice productivo, mostrando además el coeficiente de variación que fue de 2,77%

Cuadro 4. Análisis de varianza para el consumo efectivo de alimento

Origen de las variaciones	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F Calculado	Pr > F	Significancia
Métodos	1	20463,36	20463,36	348,437355	0,000048	*
Error	4	234,9158	58,72895			
Total	5	20698,2758				

Coeficiente de variación% = 2,77%

Según el Cuadro 5, en la prueba de Medias el consumo efectivo de alimento muestra diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuadro 5. Prueba de medias de ambos tratamientos para el consumo efectivo de alimento

Grupos	Media	Tratamiento
Testigo T1	218,61	a
Luz permanente T2	335,4	b

Según Solimano, (2013), indica que el complemento alimentario artificial es capaz de mejorar el crecimiento y la supervivencia de los pejerreyes, los resultados mostraron que todas las tasas obtenidas en la producción fueron mejores en las jaulas subsidiadas con alimento, donde se obtuvieron los peces de mayor tamaño y la mejor producción.

Por su parte el CIDAB (2003), menciona que el suministro de la alimentación tiene que ser todos los días en cantidades bien calculadas para no incurrir en gastos innecesarios o en deficiencia de alimentación. Esta cantidad está en estrecha relación con la cantidad de truchas que existen y el peso total del mismo que existe.

Se recomienda que la alimentación se dé en horarios cuando el tiempo esté soleado, para permitir que mediante la fotosíntesis se genere mayor contenido de oxígeno para ayudar la digestión del alimento para la trucha (CIDAB, 2003).

El tamaño de las partículas, la homogeneidad, la palatabilidad y textura de pellets tiene influencia directa en el consumo y la eficiencia del alimento (FAO, 1998).

6.4 Conversión Alimenticia (CA)

Los resultados de conversión alimenticia fueron en el T1 de 11,3 y T2 16,66, lo que indica que son las cantidades que requieren para producir 1 Kg de carne en peso vivo

En el trabajo el T2 presento mayor conversión alimenticia que el T1, el proporcionarles el alimento en mayores cantidades y frecuencia que ha provocado la disminución de la digestibilidad del alimento.

El Cuadro 6, muestra el análisis de varianza de la conversión alimenticia, donde se puede observar que existe significancia entre los tratamientos, y el coeficiente de variación es de 2,05, lo que indica que los datos son confiables.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la conversión alimenticia

Origen de los variables	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F	Significativo
Modelo	1	41,71936419	41,71936419	505,0	0,000023	*
Error	4	0,330428395	0,082607099			
Total	5	42,04979258				

Coefficiente de Variación% = 2,05 %

Tomando como referencia la prueba Duncan (Cuadro 7), se pudo observar que los resultados de conversión alimenticia (CA) de T1y T2 presentan diferencias en la conversión alimenticia.

Cuadro 7. Prueba Media para la conversión alimenticia

Grupos		Media	Tratamiento
Testigo	T1	11,38507648	a
Luz permanente	T2	16,65887108	b

La intensidad de consumo de alimento aumenta la conversión del alimento que se eleva gradualmente, pero antagónicamente el valor de la eficiencia del alimento o razón del aprovechamiento del alimento va disminuyendo (Hepher, 1993).

Según Velezvia, (2013), indica que en los estadios primarios primer alevinaje, segundo alevinaje los pececillos alcanzan conversiones alimenticias muy altas (el índice es menor a la unidad).

El alevino necesita más alimentos ricos en proteína para su crecimiento, para la formación de tejidos y órganos internos, otro factor importante que influye en el crecimiento es la calidad, la cantidad y la frecuencia de alimentación todo ello conlleva al aprovechamiento eficiente del alimento por parte del organismo del alevino. Esta relación se define como la ganancia en peso obtenida a partir de una unidad de peso del alimento (Hepher, 1979).

6.5 Factor de Condición

El factor de condición indica el estado de gordura de los peces sometidos a una prueba de alimentación en condiciones naturales. Los valores obtenidos en el presente trabajo superan la unidad, así el T1 presento un valor de 1,33 y el T2 de 1,32, mostrando que los alevinos estaban gordos.

Cuadro 8. Análisis de varianza para el factor de condición

Origen de los variables	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F	Pr > F	Significativo
Modelo	1	0,0001767	0,0001767	0,0432783	0,845365232	NS
Error	4	0,0163309	0,0040827			
Total	5	0,0165076				

Coefficiente de variación % = 4,47

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas de ambos tratamientos, la comparación de cuadrados y medias no se detectaron diferencias entre tratamientos del factor de condición, es por eso que en la discriminación de medias se observa que todos los tratamientos estadísticamente son similares, con un coeficiente de variación es de 4,47%.

En la comparación de medias no se detectó diferencias significativas entre tratamientos del factor de condición, es por eso que en la discriminación de medias se observa que todos los tratamientos estadísticamente son similares.

Cuadro 9. Prueba Media para el factor de condición

Grupos	Media	Tratamiento
Testigo T1	1,435579779	a
Luz permanente T2	1,424726404	a

Según Stevenson, (1985), el factor de condición debe ser igual a uno para que la condición del pez sea la adecuada, pero dentro del estudio el factor de condición de todos los tratamientos supera la unidad, situación que se puede deber a la estabulación a que son sujetos en la cría.

Según Kantuta, (2020), el factor de condición de los peces (pejerrey) con los que evaluó su experimento fue de 1,27 valores que supera la unidad, mostrando un estado corporal adecuado y se mantuvo así hasta el final de su investigación.

6.6 Descripción de Enfermedades

Las enfermedades que se presentó en la investigación fue el punto blanco, que es ocasionada por un protozooario *Ichthyophthirius multifiliis*. Este parasito de carácter cosmopolita y se manifiesta cuando la temperatura del agua baja bruscamente entre 10 y 12 grados (Castañón, 1998).

Los peces infectados manifiestan una intensa inquietud, se frotan contra el fondo y lados de los acuarios, además, presentan pequeños puntitos de color blanco grisáceo sobre la superficie de la piel, aletas y sobre las branquias (Solimano, 2013).

El tratamiento para este tipo de enfermedad es muy barato y eficaz a base de baños con agua salada. La dosis recomendada es de 5%/ en baños de 30 segundos a 1 minuto. Los baños se los realiza día por medio hasta evidenciar la desaparición del parasito. Como medidas curativas de apoyo, también se utiliza azul de etileno para eliminar los hongos (Castañón, 1998).

Para prevenir el ataque de este parasito u otras enfermedades es necesario aplicar medidas de seguridad profilácticas como: limpieza, desinfección de los acuarios, control estricto de la alimentación y recojo oportuno de los peces muertos (Stefansson, 2002).

6.7 Mortalidad

Después de haber realizado las evaluaciones por espacio de cuatro meses, la mortalidad registrada fue la siguiente:

Cuadro 10. Mortalidad de ambos tratamientos

Tratamientos	Mortalidad (%)
T1	8
T2	10

La mortalidad registrada para ambos tratamientos en el tiempo de investigación demuestra los porcentajes de ambos tratamientos. T1 con 8% y T2 10% de muertos el total hasta la finalización del estudio. La mortandad registrada se atribuye a la asfixia debido al corte de energía eléctrica (Stefansson, 2002),

En el trabajo realizado por Herrera (2016), la mortalidad registrada en un estudio de iluminación permanente con tilapia, el porcentaje de mortalidad acumulada fue de 2.95%, mientras que la mortalidad más reducida fue de 0,62% y se registró en el tratamiento de fotoperiodo de 12 horas de luz.

6.8 Costos Parciales de Producción

El análisis económico se realizó mediante los materiales utilizados en el trabajo de investigación, el cálculo se efectuó considerando los precios en los alquileres y la compra de insumos que figura en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Costos de producción (Egresos)

Egresos (Bs)		
DETALLE	T1	T2
Alimento balanceado	100	120
Copra de Alevinos	75	75
Transporte de alevinos	20	20
Energía eléctrica	0	100
Agua	5	5
Mano de obra	166	166
Alquiler de acuarios	50	50
Costo de Producción	418,5	538,5

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12. Ingresos

Ingresos (Bs)		
Detalle	T1	T2
Venta de Alevinos	157,5	150

Fuente: Elaboración propia

6.9 Beneficio/Costo

Este dato sirve para el análisis de la producción, el cual está relacionado con los ingresos (beneficios) con respecto a los gastos incurridos para la obtención del producto animal (costo de producción) (CIMMYT, 1988).

Cuadro 13. Análisis de beneficio costo

Detalle	Costo Total Bs	Ingresos Bs	B/C Bs
T1	418,5	157,5	0,37
T2	538,5	150	0,27

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al Cuadro 13, el beneficio costo para el T1 fue de 0,37 y 0,27 para el T2, por lo cual podemos indicar que desde ningún punto de vista es rentable la actividad, porque el valor obtenido es menor a la unidad.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- Según el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso entre los tratamientos a los 108 días que duro el trabajo experimental.
- El consumo efectivo de alimento fue de 218,6 g para el T1 y 335,4 para el T2.
- Los resultados de conversión alimenticia (CA) obtenidos fueron de 1,36 kg para el T1 y 1,97 kg para el T2.
- Los resultados del factor de condición no presento diferencias significativas entre ambos tratamientos, obteniéndose un valor de 1,32 para el T1 y 1,33 para el T2, ambos valores están por encima de la unidad, lo que indica que los peces estaban gordos.
- La enfermedad que se presentó durante el ciclo de producción fue aquella causada por un protozoario y es conocida como punto blanco (*ichthyophthirius multifiliis*).
- El beneficio costo obtenido para el T1 fue de Bs 0,37 y 0,27 para el T2, valores que indican que la producción de alevinos con los dos tipos de iluminación no son rentables.

8. RECOMENDACIONES

- Por los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se recomienda revalidar el presente trabajo utilizando mayores superficies de cultivo como por ejemplo estanques o jaulas flotantes.
- Utilizar la iluminación nocturna en el sistema de producción de alevinos en jaulas flotantes, ya que la luz atrae el plancton que consumen los alevinos y favorece su crecimiento.
- Realizar trabajos de investigación sobre la iluminación permanente en espacios amplios donde exista bastante circulación de agua.
- Realizar estudios sobre el efecto de la luz continua de diferentes intensidades sobre el crecimiento de alevinos en diferentes sistemas de producción.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ALDAVA, P. (2017). Evaluación de la densidad de cultivo del híbrido (*Piaractus brachipomus* x *Colossoma macroporum*) pacotana en sistema semiintensivo en Selva Alta. Tesis para optar el título de: ingeniero zootecnista. Facultad de Zootecnia Departamento Académico de Ciencias Pecuarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo – María. Peru., Pp.81.
- ALMAZAN-RUEDA, P., VAN HELMONT, A.T.M., VERRETH, JAJ. AND SCHRAMA, J.W. 2005. Photoperiod affects growth, behavior and stress variables in *C/arias gariepinus*. *Journal of Fish Biology* 67: 1029 – 39. Pp.67.
- ALVARADO H. 1997a. Efecto de diferentes concentraciones de calcio sobre el desarrollo de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en condiciones de cultivo. *Zootecnia Tropical*, 16 (1): Pp. 99 – 111.
- APPELBAUM, S. AND KELMER, E. (2000). Survival, growth, metabolism and behaviour of *Clarias gariepinus* (Burchell) early stages under different light conditions *Aquaculture*. England, 22: Pp. 269 – 287.
- ARAGON-FLORES, EA, MARTINEZ-CARDENAS, L. Y VALDEZ-HERNANDEZ, E.F. 2014a. Efecto del fotoperiodo en peces de consumo cultivado en distintos tipos de sistemas experimentales. *Revista BioCiencias* Pp. 3: 17 – 27.
- BARDACH, J., RYTHER, J., MCLARNEY, W. 1986. *Acuicultura*, 1ra edición, México. AGT editor S.A. Pp.723.
- BERGMAN, E. (1987). Temperature — dependent differences in foraging ability of two percid: perch (*Perca fluviatilis*) and ruffe (*Gymnocephalus cernuum*). *Env. Biol. Fishes*, 19, Pp.45 – 54,
- BISHOP, C., TOUSSAINT, W. 1988. *Introducción al Análisis de Economía Agrícola*. México. Ed. Limusa. Pp.262 .

-
- BISWAS, A.K., TAKEUCHI, T. (2003). Effects of photoperiod and feeding interval on food intake and growth of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. *Fisheries Science* 69, Pp. 1010 – 1016.
- BLANCO, M. C. (1995). *La trucha cría industrial, España y México*. 1ra edición. Editorial Mundiprensa. Pp.50 – 80.
- BOEUF, G. AND LE BAIL, P. Y., (1999). Does light have influence on fish growth? *Aquaculture* 177: Pp. 129 – 152.
- BOEUF, G., AND J. FALCÓN, 2001. Photoperiod and growth in fish. *Vie et Milieu* 51: Pp. 237 – 346.
- BROMAGE, N, PORTER, M. Y RANDALL, C. (2001). La regulación ambiental de la maduración de los peces de piscifactoría con especial referencia a la función del fotoperiodo y la melatonina *Acuicultura* 197: Pp. 63 – 98.
- BISWAS, A.K., TAKEUCHI, T. (2003). Effects of photoperiod and feeding interval on food intake and growth of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. *Fisheries Science* 69, Pp. 1010 – 1016.
- BISWAS, A.K., MONTA, T., YOSHIZAKI, G., MAITA, M., TAKEUCHI, T., (2005). Control of reproduction in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) by photoperiod manipulation. *Aquaculture* 243, Pp. 229 – 239.
- CAICYT., (1987a). *Alimentación en Acuicultura*. Madrid España. 1ra edición. Industrias Gráficas España S.L. Pp. 323.
- CAÑAS, R. (1995). *Alimentación y Nutrición Animal*. Chile. 1ra edición. Alfabeta Impresores. Pp. 261 – 459.
- CAMPOS – MENDOZA, A., MCANDREW, B.J., COWARD, K. Y BROMAGE, N. (2004). Reproductive response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation; effects on spawning periodicity, fecundity and egg size. *Aquaculture* 231: Pp. 299 – 314.

-
- CASTAÑÓN, V., FLORES, T., LIMACHI, J. (2003). "Manual pesquero para el repoblamiento del Lago Titicaca con peces nativos". La Paz, Bolivia.: Tecno – print. Pp. 85.
- CASTAÑÓN, V., VEGA, R., CANIZARES, R., WILLS, J., (1998). Principios Básicos para la Producción Intensiva de Trucha Arco Iris, Conservación y Procesamiento de Pescado y Administración de Granjas Familiares. PDLP – AEI. La Paz – Bolivia. Pp. 2 – 16.
- CARRILLO M., ROCHA, MUÑOZ J.A., (2009). La Reproducción de Los Peces Aspectos básicos y sus aplicaciones en acuicultura. Fundación observatorio español de acuicultura consejo superior de investigación científicas ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Madrid. Pp. 719
- CIDAB., (2003). Manual de Reproducción Artificial de *Trichomycterus* sp. dispar y *Trichomycterus* sp. rivulatus. Pp. 60.
- COHEN, D.M., INADA, T., LWAMOTO, I. AND SCIALABBA, N., (1990).
- CONDORI C., (2019). Evaluación del crecimiento y levante de larvas a alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), con diferentes niveles de alimentación y diferentes densidades.
- COSIO, M. C., (1982). Diseños Experimentales para la Investigación en la Agricultura y Ganadería. Cochabamba – Bolivia. 3 Pp.
- COLLINS, R., DELMONDO, M. (1982). Comparative economics of aquaculture in cages, raceways and enclosures. En: CAICYT. 1987b. Alimentación en Acuicultura, España, Industrias Gráficas España S.L. Pp 325.
- DEL VALLE, A. (1989). Bases para la Salmonicultura. 1ra edición. Junín de los Andes - Argentina. Ed. Hemisferio Sur S.A. Pp. 200.
- DEZA, S., QUIROZ, S., REBAZA, M., & REBAZA, C., (2002). Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachipomus* (Cuvier, 1818) "Paco" en estanques seminaturales de Pucallpa. Revista Folia Amazónica, 13(1- 2): Pp. 49 – 64.

-
- DUSTON, J., AND R. L. SAUNDERS., (1999). "Effect of winter food deprivation on growth and sexual maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in sea water." *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56(2): Pp. 201–207.
- DRUMMOND, S. (1988). *Cria de la trucha*. Editorial acribia S.A. Zaragoza España.
- ENSMINGER. (1983). *Alimentación y Nutrición de los Animales*. 1ra edición. Domésticos. Ed. Ateneo. Pp. 680.
- EL-SAYED, A.F., KAWANNA, M., (2004). Effects of photoperiod on the performance of farmed Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: I. Growth, feed utilization efficiency and survival of fry and fingerlings. *Aquaculture* Pp. 231, 39 – 3402.
- ESPEJO, J. (1988). *Manual de Dietoterapia de las Enfermedades del Adulto*. Ed. Ateneo. Buenos Aires. Pp. 19 – 58
- EKSTROM, P., AND H. MEISSL, (1997). The pineal organ of teleost fishes. *Rev Fish Biol Fisheries* 7: Pp. 199 – 284.
- FALCÓN, J., L. BESSEAU, AND G. BOEUF (2007). Molecular and cellular regulation of pineal organ responses, Pp. 203 – 406 in *Sensory Systems Neuroscience. Fish Physiology*, edited by T. Hara and B. Zielinski. Academy Press Elsevier, Amsterdam.
- FAO (1998). *Species catalogue, Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes)*. An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. Roma: FAO Fisheries Synopsis Pp. 44,55.
- FAO. (1983). *Fish feeds and feeding in developing countries*, Bologne. 2da edición Pp. 121. En: CAICYT. 1987a. *Alimentación en Acuicultura*. 1ra edición. España Industrias Graficas España S.L. Pp. 325.
- FERRARI, V., & BERNARDINO, G., (2006). Efeitos da alimentacao na producao do Pacu, *Colossoma mitrei* em viveiros. *Sintese dos trabalhos realizados*

-
- com especies do genero Colossoma. Centro de Pesquisa e treinamento em aquicultura: Brasil. Pp. 2.
- GODOY ACOSTA M., (2002). Truchicultura, Peru. Pp. 275.
- GROSS, W.L., ROELOFS, E.W., FROMM, P.O., (1995). Influence of photoperiod on growth of green sunfish, *Lepomis cyanellus*. J. Fish.Res. Board Can. 22, Pp. 1379 — 1386.
- HEPHER, B. (1993). Nutrición de Peces Comerciales en Estanques. México: Limusa. Pp. 406.
- KANTUTA. M., (2020). Evaluación del Comportamiento Productivo del Pejerrey (*odontheistes bonariensis*) en jaulas flotantes.
- KISSIL, G.W.M., LUPATCH. I., ELIZUR, A. AND ZOHAY, Y. 2001. Long photoperiod delayed spawning and increased somatic growth in gilthead seabream (*Sparus aurata*).Aquaculture 200: Pp. 363-379.
- LARENAS J., CONTRERAS S, OYANEDEL M, MORALES A & SMITH P. (1997). Efecto de la densidad poblacional y temperatura en truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) inoculadas con *Piscirickettsia salmonis*. Arch. Med. Vet, (1): Pp. 113-119.
- LEITRITZ, E. y LEWIS R, (1980), “cultivo de la trucha y el salmón”. California Fish Bulletin number 164. EE.UU.Pp. 663 – 221.
- LENNQUIST A, CELANDER M & FÖRLIN L., (2008). Effects of medetomidine on hepatic EROD activity in three species of fish. Ecotoxicology and Environmental Safety, 69(1): Pp. 74-79.
- MEHRABI Z, FIROUZBAKHS F & JAFARPOUR A., (2011). Effects of dietary supplementation of synbiotic on growth performance, serum biochemical parameters and carcass composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, (3): Pp. 1-8.

-
- MIGAUD, H., WANG. N, GARDEUR J.N., FONTAINE P. (2006). Influence of photoperiod on reproductive performances in Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Aquaculture* 252: Pp. 385 – 393.
- MOHAMED ELSBAAY, ATEF., (2013). Effects of Photoperiod and Different Artificial Light Colors on Nile Tilapia Growth Rate. Department of Agricultura] Engineering, Faculty of Agriculture, Kafrelsheikh University, Kafr El-Sheikh 33516, EGYPT.
- MORALES, S. (2003.). “ lementos básicos en la producción de trucha Arco ris en jaulas flotantes” Pp. 66.
- MORALES, G. (2014). Crecimiento y eficiencia alimentaria de truchas “arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas bajo diferentes regímenes de alimentación. Tesis de grado. Facultad de Agronomía: Universidad de Buenos Aires. Argentina. Pp.51.
- NOLE A. Y HERRERA C., (2016). Evaluación del fotoperiodo en el crecimiento y parámetros productivos del cultivo de alevines de tilapia nilótica
- PITTENDRIGH, C.S., (1965). On the mechanism of the entrainment of a circadian rhythm by light cycles, in *Circadian clocks* (J. Aschoff, editor), Amsterdam, North-Holland, Pp. 277 – 297.
- PRAYOGO, N.A., WIJAYANTI, G.E., MURWANTOKO, KAWAICHI M. AND ASTUTI, P., (2012). Effect of photoperiods on melatonin levels, the expression GnRH-II and GtiRH genes and estradiol level in hard-lipped barb (*Osteochilus hasselti* C.V.). *Global veterinaria* 8: Pp. 591 – 597.
- PUVANENDRAN, V. AND BROWN, J., (2002). Foraging, growth and survival of Atlantic cod larvae in different light intensities and photoperiod. *Aquaculture*, 214: Pp. 313 – 151.
- RAD, F., BOZAOGLU, S., GOZUKARA, S.E., KARHAN, A. AND KURT, G. (2006). Efectos de diferentes fotoperiodos de día largo en el crecimiento

-
- somático y el desarrollo gonadal en tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). *Acuicultura*, v.255, Pp.292 – 300, 2006.
- RANDALL CL., NORTH B. (2001). Photoperiod effects on reproduction and growth in rainbow trout. *Trout News*, 32:Pp. 12 – 16.
- RAMOS, J., RODRÍGUEZ, L., ZANUY, S. Y CARRILLO, M., (2002) Influencia del fotoperíodo sobre la aparición de la primera madurez sexual, comportamiento reproductivo y calidad de puestas en hembras de lubina *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 18 (1 – 4), Pp. 175-182.
- RAMÓN F & LEÓN I., (2008). Efecto de diferentes formulaciones alimenticias a base de materias primas no convencionales de origen animal y vegetal usadas en la alimentación de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792). Trabajo de Grado, Programa Ingeniería Agrónoma, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, Mérida, Pp. 100.
- REARTES J. (2002). El Pejerrey (*Odonthestes bonariensis*) “métodos de cría y cultivo masivo. Edic. COPESCAL documento ocasional. N°9. Argentina Pp. 35.
- REID D., MCDONALD D & RHEM R., (1991). Acclimation to sublethal aluminium: modifications of metal-gill surface interactions of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48 (10): Pp.1996 – 2005.
- REYNALTE – TATAJE, D; LUZ, RK; MEURER, S., (2002) Et Al. Influencia do fotoperíodo sin crescimento e sobrevivência de Pos-larvas de piracanjuba *Bitycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) (Osteichthyes, Characidae). *Acta Scientiarum*, v.24, Pp. 439 – 443.
- RIDHA, M.T. AND CRUZ, E.M., (2000). Effect of light intensity and photoperiod on Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. seed production. *Aquaculture Research* Pp. 31: 607 – 617.
-

-
- ROJAS, R., & CORDERO, R., (2016). Diferentes densidades de carga en trucha arco iris mediante análisis de parámetros económicos y biológicos. *Nutrición Animal Tropical*. 10 (2), Pp. 38 – 60.
- RUIZ G., (1993). Bionomía y ecología poblacional de la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), de la sierra de San Pedro Mártir, baja California, México. Trabajo de Grado, doctor en ciencias, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nueva León, Monterrey, Pp. 76.
- SOLIMANO, T., (2013). Effects of stocking density and natural food availability on the extensive cage culture of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) in a shallow Pampean lake in Argentina. *Aquaculture Research*, Pp. 52.
- STEVENSON, J. (1985), “Manual de crías de la Trucha”. Editorial Acribia. Madrid España. Pp. 145.
- SUMPTER, J.P. (1990). Reproductive Seasonality in Teleosts: Environmental Influences, 13 – 31. En: Munro, A., A. Scott y T.J. Lam (Eds.). Editorial CRC, Florida. Pp. 241.
- TAHMASEBI A., KEYVANSHOKOOH S., NEMATOLLAHI A., MAHMOUDI N & PASHA H. (2012). Effects of dietary nucleotides supplementation on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) performance and acute stress response. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(2): Pp. 431 – 440.
- TRIPPEL, EA; NEIL, EFECTOS DE LA SER., (2003). de fotoperiodo y la intensidad de la luz sobre el crecimiento y la actividad de los juveniles de eglefino (*Melanogrammus aeglefinus*). *Acuicultura*, v.217, Pp.633-645.
- TURLI, P., (1970). Cultivo de la trucha. Editorial Acribia. Zaragoza – España Pp. 2.
- VELEZVIA, J., (2013). Biología de los salmonidos. *Conversacion directa* Pp. 12.
- VIDAL D, BAY S & SCHLENK D. (2005). Effects of dietary selenomethionine on larval rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 49(1): Pp. 71-75.

-
- VOLKOFF, H., CANOSA, L.F, UNNIAPPAN, S., CERDA – REVERTER, J.M, BEMIER, N.J., KELLY, S.P., PETER, R.E, (2005). Neuropeptides and the control of food intake in fish. *Gen. Comp. Endocrinol.* 142, Pp. 3-19.
- WONG, J.M. AND BENZIE, J.H.A., (2003). The effects of temperature, Artemia enrichment, stock density and light on the growth of the juvenile seahorses, *Hippocampus whitei* (Bleker, 1855), from Australia. *Aquaculture* 228: Pp. 107 – 121.
- ZACLUNANN A., FAKON J., KNIJFF S.C., BOLLIET V., (1992). and Ah i M.A. Effects of photoperiod and temperature on rhydunic melatonin secretion from the pineal organ of the white sucker (*Catostomus commersoni*) in vitro. *Gen Comp Endocrinol.* 86(1). Pp:26-33.

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de Leitritz (1960)

Tem. Agua (°C)	PESO (g)										
	< 0.18	0.18-1.5	1.5-5.1	5.1-12	.12-23	23-39	39-62	62-92	92-130	130-180	>180
	LONGITUD TOTAL (Cm)										
	< 2.5	2.5-5	5-7.5	7.5-10	10-12.5	12.5-15	15-17.5	17.5-20	20-22.5	22.5-25	>25
2	2.6	2.2	1.7	1.3	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
3	2.8	2.3	1.8	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
4	3.1	2.5	2.0	1.6	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5
5	3.3	2.7	2.2	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
6	3.6	3.0	2.4	1.9	1.5	1.2	1.0	0.8	0.8	0.7	0.6
7	3.9	3.2	2.6	2.0	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.8	0.7
8	4.2	3.5	2.8	2.2	1.7	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
9	4.5	3.8	3.1	2.4	1.8	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8
10	4.9	4.2	3.3	2.6	2.0	1.6	1.4	1.2	1.1	0.9	0.8
11	5.3	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
12	5.7	4.8	3.9	3.0	2.3	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
13	6.2	5.2	4.2	3.2	2.4	2.0	1.7	1.5	1.3	1.1	1.1
14	6.7	5.6	4.5	3.5	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2
15	7.2	6.0	4.9	3.8	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3	1.3
16	7.7	6.4	5.2	4.1	3.1	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
17	8.3	6.8	5.6	4.4	3.3	2.7	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
18	8.8	7.3	6.0	4.8	3.5	2.8	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5
19	9.3	7.9	6.4	5.1	3.8	3.0	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6
20	9.9	8.2	6.9	5.5	4.0	3.2	2.5	2.2	2.0	1.8	1.7

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN CRITERIO DE CLASIFICACIÓN GPV

Tratamientos j	Repeticiones i		
	I	II	III
Testigo (Truchas sin Luz)	18,15	19,1	20,41
Efecto Luz	19,8	20,1	20,5

Análisis de varianza de un factor - GPV

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	3	57,66	19,22	1,2877
Fila 2	3	60,4	20,133333	0,1233333
			3	3
			19,68	

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	Significancia
Entre grupos	1,2512666 7	1	1,25126667	1,7735465 7	0,2537634 9	7,70864742 2	NS
Dentro de los grupos	2,8220666 7	4	0,70551667				
Total	4,0733333 3	5					
0,83995039 5		CV	4,27				

Conclusión	Probabilidad	<	0,05
Decisión: Forma manual	Si Fcalculado \geq Ftabulado; se rechaza la Hipótesis nula Si Fcalculado < Ftabulado; se acepta la Hipótesis nula		
Decisión: Forma Excel	Si Fcalculado < F crítico; Acepte Ho Si Fcalculado > F crítico; Rechace Ho		

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR – CONSUMO EFECTIVO DE ALIMENTO

Análisis de varianza de un criterio de clasificación

Tratamientos j	Repeticiones i		
	I	II	III
Testigo (Truchas sin Luz)	208,93	222,97	223,9
Efecto Luz	327,5	338,8	339,9

Análisis de varianza CEA.

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	3	655,8	218,6	70,3479
Fila 2	3	1006,2	335,4	47,11
		277		

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	20463,36	1	20463,36	348,437355	4,84884E-05
Dentro de los grupos	234,9158	4	58,72895		
Total	20698,2758	5			
	7,66	CV	2,77		

ANOVA - SPSS

Consumo de Alimento

	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	20463,360	1	20463,360	348,437	,000
Intra-grupos	234,916	4	58,729		
Total	20698,276	5			
Conclusión		Probabilidad	<		0,05
Decisión: Forma manual	Si Fcalculado \geq Ftabulado; se rechaza la Hipótesis nula Si Fcalculado < Ftabulado; se acepta la Hipótesis nula				
Decisión: Forma Excel	Si Fcalculado < F crítico; Acepte Ho				
	Si Fcalculado > F crítico; Rechace Ho				

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR - CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Análisis de varianza de un criterio de clasificación

Tratamientos j	Repeticiones i		
	I	II	III
Testigo (Truchas sin Luz)	11,51	11,67	10,97
Efecto Luz	16,54	16,86	16,58

Consumo Alimento	208,93	222,97	223,9
	327,5	338,8	339,9

Ganancia Peso	18,15	19,1	20,41
	19,8	20,1	20,5

11,51	11,67	10,97
16,54	16,86	16,58

Análisis de varianza de un factor CA.

RESUME				
N				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	3	34,155229 45	11,38507 65	0,135749 99
Fila 2	3	49,976613 24	16,65887 11	0,029464 21
Promedio			14,02	

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	Significancia
Entre grupos	41,71936 42	1	41,71936 42	505,0	2,32166E-05	7,7086474 22	*
Dentro de los grupos	0,330428 4	4	0,082607 1				
Total	42,04979 26	5					
	0,287414 51	CV	2,05				

Conclusión	Probabilidad	<	0,05
Decisión: Forma manual	Si Fcalculado \geq Ftabulado; se rechaza la Hipótesis nula Si Fcalculado < Ftabulado; se acepta la Hipótesis nula		
Decisión: Forma Excel	Si Fcalculado < F crítico; Acepte Ho Si Fcalculado > F crítico; Rechace Ho		

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UN FACTOR - FACTOR DE CONDICIÓN

Análisis de varianza de un criterio de clasificación

Tratamientos j	Repeticiones i		
	I	II	III
Testigo (Truchas sin Luz)	1,44	1,47	1,40
Efecto Luz	1,52	1,35	1,41

Peso Final	19,65	20,6	21,91
	21,3	21,6	22

Longitud al cubo	1367,631	1404,928	1560,896
	1404,928	1601,613	1560,896

Longitud			
	1,44	1,47	1,40
	1,52	1,35	1,41
	11,1	11,2	11,6
	11,2	11,7	11,6

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fila 1	3	4,3067393 37	1,4355797 8	0,0009803 6
Fila 2	3	4,2741792 12	1,4247264	0,0071851
		Promedio	1,43	

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	Significancia
Entre grupos	0,0001766 9	1	0,0001766 9	0,0432782 8	0,8453652 32	7,7086474 22	NS
Dentro de los grupos	0,0163309 3	4	0,0040827 3				
Total	0,0165076 2	5					
	0,06	CV	4,47				

Factor de Condición.

ANOVA

Factor de Condición

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,000	1	,000	,004	,953
Intra-grupos	,017	4	,004		
Total	,017	5			

Conclusión		Probabilidad	<	0,05
------------	--	--------------	---	------

Decisión: Forma manual	Si Fcalculado \geq Ftabulado; se rechaza la Hipótesis nula
	Si Fcalculado < Ftabulado; se acepta la Hipótesis nula

Decisión: Forma Excel	Si Fcalculado < F crítico; Acepte Ho
	Si Fcalculado > F crítico; Rechace Ho

Anexo 2 Fotografías de Trabajo de Campo.



Comunidad de Apinguela



Limpieza de Terreno



Siembra de Alevinos en Acuarios



Control del Pesaje de los Alevinos



Mediciones corporales de alevinos



Enfermedad punto blanco