



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

“INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AGUA SOBRE EL
COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus
mykiss*) PRODUCIDA EN ATILLO GAD-GUAMOTE”

TRABAJO DE TITULACIÓN

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para obtener el grado académico de:
INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR: GUIDO EDUARDO MORALES LEMA

Director: Ing. MARCELO MOSCOSO GÓMEZ, M.Sc.

RIOBAMBA-ECUADOR

2019

DERECHO DE AUTOR

©2019, Guido Eduardo Morales Lema.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho del autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

El tribunal del trabajo de titulación certifica, de tipo experimental, “INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL AGUA SOBRE EL COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) PRODUCIDA EN ATILLO GAD-GUAMOTE”, de responsabilidad del señor Guido Eduardo Morales Lema, ha sido minuciosamente revisada por los miembros del tribunal del trabajo de titulación, queda autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Marco Bolívar Fiallos López
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Marcelo Moscoso Gómez, M.Sc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Antonio Velasco Matveev, Mgs.
ASESOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN.

COMPARTIR DERECHOS

Yo, **Guido Eduardo Morales Lema**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Guido E. Morales L.

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a mi padre y a mi madre por ser un pilar muy fundamental, por brindarme su apoyo incondicional para poder alcanzar mi meta anhelada.

De la misma forma a mi hermano y hermanas quienes fueron apoyándome e inculcando valores que son importantes dentro de la formación como persona de sociedad.

A los maestros que formaron parte de mi vida estudiantil, y que aportaron con sus conocimientos para poder cumplir una etapa de mi vida.

Guido E. Morales L.

AGRADECIMIENTO

Dejo mi constancia de mi sincero agradecimiento a Dios por darme la vida, salud, sabiduría y una familia para seguir compartiendo momentos durante la trayectoria de vida.

A la Carrera de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrir sus puertas permitiéndome adquirir y desarrollar mis aptitudes profesionales.

A los docentes quienes conforman como Miembros del Tribunal de la investigación, al Ing. Marcelo Moscoso y al Ing. Antonio Velasco, quienes con su ayuda y apoyo oportuno supieron guiarme a culminar el presente trabajo de investigación.

También agradezco a las autoridades locales del GADMC-GUAMOTE por darme la oportunidad de elaborar el trabajo de investigación en la Unidad Piscícola Atillo y a todo el personal que labora.

Con amor y respeto:

Guido E. Morales

CONTENIDO

Resumen.	xiii
Abstract.	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
1.1. Piscicultura.....	2
1.2. Antecedentes.	2
1.3. Situación de la piscicultura mundial.	2
1.4. Beneficios de la piscicultura.	3
1.5. Tipos de crianza.	3
1.5.1. Piscicultura extensiva.....	4
1.5.2. Piscicultura semi-intensiva.....	4
1.5.3. Piscicultura intensiva.	4
1.6. Estadísticas del sector acuícola en ecuador.....	5
1.7. Trucha.	5
1.7.1. Características morfológicas y productivas.	6
1.7.2. Parámetros de cultivo de la trucha arcoíris.	7
1.7.3. Morfología	8
1.8. Biología de la trucha.	8
1.8.1. Fases de desarrollo de las truchas.	8
1.8.1.1. Ova.....	8
1.8.1.2. Alevín.....	8
1.8.1.3. Juvenil.....	9
1.8.1.4. Trucha.	9
1.9. Manejo técnico de trucha arcoíris.	9
1.9.1. Calidad y cantidad del agua.	9
1.9.2. Temperatura del agua.....	10
1.9.3. Cantidad de agua.....	11
1.9.4. Requerimientos de oxígeno.....	11
1.9.5. pH, alcalinidad y Dureza.....	12
1.9.6. Turbidez	12
1.10. Instalaciones para el cultivo de truchas.....	12

1.10.1.	Estanques.	12
1.10.2.	Tipo de estanques.....	13
1.11.	Alimentación.....	14
1.11.1.	Calidad de alimento.	14
1.11.2.	Componentes nutricionales de pienso para truchas.....	14
1.11.2.1.	Proteínas (aminoácidos).....	14
1.11.2.2.	Carbohidratos.....	15
1.11.2.3.	Grasas.....	15
1.11.2.4.	Los Minerales.....	16
1.11.2.5.	Vitaminas.....	16
1.11.3.	Frecuencia de alimentación.....	17
1.11.4.	Cálculo del alimento diario.....	18
1.12.	Limpieza.....	20
1.12.1.	En la bocatoma.....	20
1.12.2.	Los canales.....	20
1.12.3.	De desarenador.....	20
1.12.4.	De estanques.....	20
1.12.5.	De áreas.....	20
1.12.6.	Adición de la cal en los estanques.....	20

CAPITULO II

2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
2.1.	Localización y duración del experimento.....	21
2.2.	Unidades experimentales.....	21
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones.....	22
2.4.	Mediciones experimentales.....	23
2.5.	Análisis estadístico y prueba de significancia.....	23
2.6.	Esquema del Experimento.....	24
2.7.	Esquema de ADEVA.....	24
2.8.	Procedimiento experimental.....	24
2.9.	Metodología de la evaluación.....	25
2.9.1.	Peso Inicial, g.....	25
2.9.2.	Peso final, g.....	25
2.9.3.	Talla inicial, cm.....	25
2.9.4.	Temperatura diaria, °C.....	25

2.9.5.	Talla final, cm.	25
2.9.6.	Duración de cada fase fisiológica, °C/día.	25
2.9.7.	Consumo de alimento, g.....	26
2.9.8.	Ganancia de peso, g.	26
2.9.9.	Conversión alimenticia.	26
2.9.10.	Mortalidad, %.....	26
2.9.11.	Relación Beneficio / Costo.....	27

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	28
3.1.	Variables evaluadas durante la investigación.....	28
3.1.1.	Medición de la temperatura, °C.	28
3.1.2.	Duración de cada fase fisiológica, °C/día.	29
3.1.3.	Pesos de las truchas.....	31
3.1.4.	Talla de las truchas.....	31
3.1.5.	Ganancia de peso, g.	32
3.1.6.	Consumo total de alimento, g.....	34
3.1.7.	Conversión alimenticia.	35
3.1.8.	Mortalidad, %.....	36
3.1.9.	Relación Beneficio / Costo.....	36

	CONCLUSIONES.....	38
--	--------------------------	-----------

	RECOMENDACIONES.....	39
--	-----------------------------	-----------

	BIBLIOGRAFÍA.....	40
--	--------------------------	-----------

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación zoológica de la trucha arcoíris.	6
Tabla 2-1:	Parámetros de calidad de agua requerida para el cultivo de truchas.	7
Tabla 3-1:	Calidad del agua para la crianza de truchas.	9
Tabla 4-1:	La temperatura del agua para el crecimiento de los crías (alevines).	10
Tabla 5-1:	Cantidades de agua requeridas en las distintas fases del cultivo.	11
Tabla 6-1:	Requerimiento de oxígeno disuelto en el agua para la trucha arcoíris.	11
Tabla 7-1:	Característica de alimento por etapa.	14
Tabla 8-1:	Aminoácidos para los salmónidos.	15
Tabla 9-1:	Cantidades de vitaminas hidrosolubles.	16
Tabla 10-1:	Cantidades de vitaminas liposolubles.	17
Tabla 11-1:	Frecuencia de alimentación diaria, según tamaño de la trucha.	17
Tabla 12-2:	Condiciones meteorológicas de atillo.	21
Tabla 13-2:	Esquema del experimento en los sistemas de engorde de truchas en la unidad piscícola atillo GADMC- guamote.	24
Tabla 14-3:	Evaluación de las variables del comportamiento biológico en sistemas de engorde de truchas bajo la influencia de la temperatura del GADMC-guamote.	30
Tabla 15-3:	Análisis de varianza.	33

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1-1:	Morfología de la trucha arco iris (<i>oncorhynchus mykiss</i>).....	8
Grafico 2-1:	Porcentaje de alimentación diario con base en la temperatura del agua.....	19
Grafico 3-3:	Variación de la temperatura del agua, en promedio semanal durante el proceso de investigación.....	28
Grafico 4-3:	Evaluación de las truchas en cada semana de los dos tratamientos en estudio. .	34
Grafico 5-3:	Evaluación de tallas de los peces en estudio.	32
Grafico 6-3:	Consumo de alimento en los dos sistemas de engorde (gramos).	35
Grafico 7-3:	Conversión alimenticia.....	36

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1:	Peso inicial de truchas engordadas en la unidad piscícola atillo, gramos.	44
Anexo 2:	Peso final de truchas engordadas en la unidad piscícola atillo, gramos.....	45
Anexo 3:	Talla inicial de truchas engordadas en la unidad piscícola atillo, gramos.	46
Anexo 4:	Talla final de truchas engordadas en la unidad piscícola atillo, gramos.....	47
Anexo 5:	Ganancia de peso de las truchas engordadas en la unidad piscícola atillo, gramos.	48
Anexo 6:	Consumo de alimento de las truchas engordadas en la unidad piscícola atillo, gramos.....	49
Anexo 7:	Conversión alimenticia de las truchas engordadas en la unidad piscícola atillo, gramos.....	50
Anexo 8:	Mortalidad de las truchas engordadas en la unidad piscícola atillo, gramos.	51
Anexo 9:	Temperatura de las truchas engordadas en la unidad piscícola atillo, gramos.....	52
Anexo 10:	Análisis de beneficio/costo de las truchas engordadas en la unidad piscícola atillo, gramos.....	54

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la Unidad Piscícola Atillo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Guamote, (GADMC-Guamote), con el objetivo de reducir el tiempo de producción de truchas, para el efecto se implementó el sistema de engorde bajo invernadero. El ensayo se realizó con dos sistemas de engorde, divididos en cuatro repeticiones con 25 truchas, con un total de 200 peces en el experimento. La variación de la temperatura se midió cada día en ambos tratamientos, los pesos y tallas se tomaron cada semana, en base a la biomasa se calculó la cantidad de alimento consumido, finalmente se calculó la conversión alimenticia, mortalidad y Beneficio/Costo mismas que fueron sometidas a un análisis de varianza (ADEVA) y separación de medias de acuerdo a la metodología de Tukey a un nivel de significancia ($P \leq 0,01$ y $\leq 0,05$). Desarrollando el análisis, la temperatura del agua bajo invernadero incrementó 4 °C, llegando a 11 °C en promedio y el sistema al ambiente registró temperaturas de 7 °C, los pesos finales presentaron diferencias altamente significativas en T1 = 365,96 g. y T2 = 330,27 g. de la misma forma presentó diferencias altamente significativa en las tallas T1 = 30,20 cm y T2 = 28,42 cm, mientras que la mejor conversión alimenticia presentó el sistema de engorde al ambiente T2 = 1,33 y T1 = 1,63 la relación B/C calculado presentó valores para T1 = \$ 1,32 y T2 = \$ 1,12 obteniendo mejor utilidad en T1 = \$ 0,32. En conclusión el factor físico como la temperatura del agua si influye directamente al comportamiento biológico de las truchas, por ello es recomendable fomentar a los pequeños y medianos piscicultores de la zona a implementar el sistema de ambiente controlado (invernadero) como una alternativa de crianza donde se acorte el tiempo de cosecha y se aproveche el recurso hídrico.

PALABRAS CLAVES:

<INFLUENCIA DE TEMPERATURA DEL AGUA > <COMPORTAMIENTO BIOLÓGICO>
<EFECTO DE MEDIO AMBIENTAL > <UNIDAD PISCÍCOLA> <ATILLO> <TRUCHAS>
<GUAMOTE (CANTÓN)> <FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS> <CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA>.

ABSTRACT

The research was carried out in the Atillo Piscicultural Unit of the Municipal Autonomous Decentralized Government of the Guamote Canton, (GADMC-Guamote), with the objective of reducing the trout production time, for this purpose the greenhouse fattening system was implemented. The test was carried out with two fattening systems, divided into four repetitions with 25 trout, with a total of 200 fish in the experiment. The variation of the temperature was measured every day in both treatments, the weights and sizes were taken each week, based on the biomass the amount of food consumed was calculated, finally the feed conversion, mortality and Benefit/Cost were calculated. Subjected to an analysis of variance (ADEVA) and separation of means according to the Tukey methodology at a level of significance ($P \leq 0.01$ and ≤ 0.05). Developing the analysis, the temperature of the water under greenhouse increased 4 °C, reaching 11 °C on average and the system to the environment registered temperatures of 7 °C, the final weights showed highly significant differences in T1= 365,96 g and T2= 330, 27 g. in the same way, there were highly significant differences in the sizes T1 = 30.20 cm and T2= 28.42 cm, while the best feed conversion presented the fattening system to the environment T2= 1.33 and T1= 1.63 the calculated B/C ratio presented values for T1= \$ 1.32 and T2= \$ 1.12, obtaining better utility in T1= \$ 0.32. In conclusion, the physical factor as the temperature of the water directly influences the biological behavior of the trout, for this reason, it is advisable to encourage small and medium fishfarmers in the area to implement the controlled environment system (greenhouse) as a breeding alternative where the harvest time is shortened and the water resource is used.

KEYWORDS:

<INFLUENCE OF WATER TEMPERATURE> <BIOLOGICAL BEHAVIOR> <EFFECT OF ENVIRONMENTAL> <PISCULTURAL UNIT> <ATILLO> <TRUCHAS> <GUAMOTE (CANTON)> <FACULTY OF LIFESCIENCES> <CAREER OF ZOOTECNICAL ENGINEERING>.

INTRODUCCIÓN

La piscicultura ha logrado un importante desarrollo debido a la disminución de la población de peces de captura en los océanos, es así que en la actualidad ha incrementado una demanda para el consumo de peces en cautiverio, por su gran aporte proteico; la piscicultura representa una buena alternativa para la producción de alimento de alto valor nutritivo además coadyuvando como fuente de trabajo a los pequeños y medianos en granja agropecuarios.

El Ecuador dispone de una gran diversidad de ecosistemas, aptos para el desarrollo de diferentes actividades agropecuarias. El desarrollo de la piscicultura es una actividad que ha alcanzado mayor relevancia en los últimos tiempos, y dentro de la misma el cultivo de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), especie de fácil adaptación por su docilidad y rusticidad en medios extremos (sistemas lacustres de bajas temperaturas).

La provincia de Chimborazo presenta su diversidad ecográfica una gran potencialidad de recurso hídrico en los diferentes pisos altitudinales, haciendo que la piscicultura pueda desarrollarse con grandes ventajas productivas y económicas; es así que según manifiesta MAGAP en los últimos años se ha incrementado sustancialmente este tipo de emprendimiento. La limitante en los sistemas ecológicos de paramo es la temperatura baja que tiene el agua (5-7 °C), incrementando el periodo de saca desde (7 a 12 meses); a esta problemática se suma las consecuencias del cambio climático que no facilite el manejo adecuado de los animales producidos en la interperie.

Conscientes de la fisiología de la trucha, por considerar la poiquilotermia se hace necesario brindarle la temperatura adecuada en su medio; por esta razón se plantea la posibilidad de cultivarlo bajo invernadero para medir la diferencia existente cuando la especie se cultiva en su ambiente natural.

Con lo anteriormente nombrado en la presente investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

Establecer un patrón de manejo en el engorde de trucha Arco Iris en las condiciones ambientales de la Unidad Piscícola Atillo del GADMC - Guamote

Encontrar la diferencia en los parámetros productivos al engordar trucha Arco Iris en condiciones naturales y bajo invernadero.

Determinar el beneficio costo de cada uno de los tratamientos a ser estudiados.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Piscicultura.

La piscicultura es un conjunto de actividades, técnicas y conocimientos utilizados en la crianza de especies acuáticas, entre ellas la trucha arco iris.

El término piscicultura se deriva de dos voces latinas: pisci = pez y cultura = cultivo. La piscicultura es una ciencia técnica que estudia todos los medios posibles que permitan al hombre cultivar peces fuera de su habitat natural alcanzando niveles de producción que en condiciones normales no serían posibles (Vinatea, 2008, p 15).

Frente a la disminución de peces de captura en los mares, la producción acuícola en el continente se presenta como una alternativa de producción de proteína de alta calidad, de esta manera se garantiza la seguridad alimentaria de la población, y a la vez se presenta también como una actividad productiva generadora de empleo(FAO, 2008).

1.2. Antecedentes.

La trucha “arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*), es un pez de agua, de la familia de los salmónidos es autóctona de los afluentes del rio Sacramento en Norteamérica, su área natural son las agua vertientes al Pacifico (Castello, 2013, p. 29), que debido a su fácil adaptación al cautiverio, su crianza ha sido ampliamente difundida casi en todo el mundo. En Sudamérica, está distribuida en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.

1.3. Situación de la piscicultura mundial.

La pesca de captura y la piscicultura durante el año 2010 suministraron al mundo 148 millones de toneladas métricas de pescado, de las cuales 128 millones de toneladas (86,48%) se destinaron al consumo humano, mientras tanto para el 2011 la cantidad de pescado designado para consumo humano alcanzó 154 millones de toneladas.

Durante las últimas cinco décadas la producción de pescado se ha incrementado considerablemente registrando una tasa de crecimiento media de 3,2 % anual en el período entre 1960 a 2009, misma que como se puede evidenciar es superior al índice de crecimiento de la población mundial que fue de 1,7 % anual; es así que se podría garantizar el suministro de alimento.

A escala similar que el crecimiento de la actividad piscícola, el consumo per cápita de pescado a nivel mundial también ha registrado crecimiento. Es así que, este índice fue de 9,9 kg (equivalente en peso vivo) en la década de 1960 y en el 2009 se registró el consumo per cápita de 18,4 kg; y para el 2010 las cifras fueron aún más alentadoras con un consumo de pescado de 18,6 kg; y según proyecciones realizadas esta cifra seguirá incrementándose aún más para el futuro (FAO, Report of the Latin America and Caribbean Regional Consultative Workshop on Securing Sustainable Small-Scale Fisheries, 2011, p. 23).

1.4. Beneficios de la piscicultura.

La piscicultura desarrollada bajo el concepto de sustentabilidad, maximiza los beneficios, pero también minimiza perjuicios e impactos negativos sobre el ambiente natural y social. En este sentido las políticas de producción deben estar orientadas al desarrollo de la piscicultura de manera sustentable, para lo cual se requiere múltiples aportes y perspectivas que permitan aprovechar beneficios económicos sociales y ambientales de manera adecuada (Verreth, 2009, p. 16).

Mediante la práctica de la acuicultura la producción se efectúa en forma controlada, se obtienen cosechas según la programación realizada por las unidades piscícolas productivas, de esta manera se provee el producto regularmente al mercado, lográndose un aprovechamiento sustentable y económicamente apto para el productor.

1.5. Tipos de crianza.

La crianza piscícola puede ser subdividida de acuerdo a varios aspectos, como la capacidad de producción instalada de las unidades, el sistema de producción bajo el cual se desarrolle la misma; llegando a entender todas y cada una de estas perspectivas e integrarlas en un enfoque sistémico referido a toda la cadena agroalimentaria (Sánchez, 2009, p. 8).

1.5.1. *Piscicultura extensiva.*

El sistema de piscicultura extensiva generalmente se desarrolla con fines de repoblación y/o aprovechamiento de cuerpos de agua disponibles; y los medios físicos utilizados no son construidos específicamente con el objeto de desarrollar la actividad piscícola, debido que se utiliza medios como los embalses, lagunas y abrevaderos, (donde los peces puedan desarrollarse) bien sean naturales o artificiales, y que el alimento de los peces sea únicamente el que allí se produzca. Es decir, en este sistema de cultivo no se proporciona alimento suplementario y la cosecha se practica en el momento que se detectan animales de talla comercial (Vinatea, 2008, p 26).

Las densidades a las cuales se siembran los organismos son bajas, la intervención del hombre se limita a esta actividad de manejo y la edición de fertilizante para mejorar la microflora del agua.

La producción piscícola de subsistencia es desarrollada a pequeña escala mayormente por las familias rurales que se ubican en cuencas de ríos o tiene disponibilidad de agua, la producción obtenida está asociada al concepto de seguridad alimentaria, es decir; está orientada al autoconsumo, intercambio y venta del pequeño excedente, normalmente en la misma localidad donde se ubica el estanque. Para estas familias la actividad piscícola representa una diversificación de la producción y una oportunidad de aprovechar los recursos naturales.

A pesar de la producción reducida, en la actualidad, la piscicultura extensiva se encuentra más desarrollada en la mayoría de los países debido a que sus costos no son altos y a que las condiciones naturales permiten cultivar un mayor número de especies (Vinatea, 2008, p 28).

1.5.2. *Piscicultura semi-intensiva.*

El cultivo de peces bajo el sistema semi-intensivo es casi similar al cultivo extensivo, su diferencia radica en el uso de estanques o reservorios construidos por el hombre específicamente para el desarrollo de la actividad, las densidades de siembra son superiores que en el caso anterior; la producción aumenta debido al suministro de alimento y el abonamiento del cuerpo de agua (Vinatea, 2008, p. 29).

1.5.3. *Piscicultura intensiva.*

Este sistema de producción se lo desarrolla a base de mayor tecnología, donde está dada por recambios de agua continuos y aireación, de la misma manera se realizan controles de la calidad

del agua, se practica abonamientos y el suministro de alimento con elevados niveles de proteína es constante. Las densidades que se manejan van de acuerdo con el espacio y el nivel de explotación.

La técnica intensiva se efectúa básicamente con fines comerciales y para ello los ciclos de producción se llevan a cabo de manera alternada obedeciendo a una programación de la producción y al requerimiento del mercado (Imaki, 2007, p. 10).

1.6. Estadísticas del sector acuícola en Ecuador.

La producción acuícola en el Ecuador corresponde principalmente al cultivo de camarón marino (*Litopenaeus spp*) en un 95%, seguido en importancia por el cultivo de tilapia (*Oreochromis spp*), y en menor dimensiones se cultivan otras especies (peces y crustáceos de agua dulce).

En cuanto se refiere a la acuicultura de agua dulce, en el país se ha desarrollado mayoritariamente en la región interandina con unidades de cultivo de trucha arcoíris (FAO. 2011, p. 8).

La producción acuícola del país, casi en su totalidad es exportada hacia países como los EE UU y Europa; tan solo el excedente de la producción se consume localmente. La contribución social de la acuicultura ayudar a mitigar la pobreza de los estratos económicamente más vulnerables de la población, y está directamente relacionada con la generación de empleo tanto directo como indirecto.

1.7. Trucha.

El cultivo de trucha arcoíris se encuentra en 15 países de América central y del sur debido a que esta especie de salmónido se adapta muy bien a las aguas de la región sierra. Esta especie puede desarrollar todo su ciclo biológico en cautiverio, generalmente en aguas con temperaturas que varíen entre 15 y 20 °C (FAO, 1994, p. 45).

En el Ecuador, el cultivo de trucha arcoíris se registra mayoritariamente en provincias de la sierra y también en las provincias de Napo y Sucumbíos.

La mayor parte de los criadores (23 % del total nacional), se encuentran en la provincia del Azuay; sin embargo, la provincia que registra mayor producción de trucha en Pichincha con 332,7 toneladas un 33 % de las 982 toneladas que se producen anualmente en el país; el

segundo lugar ocupa la provincia de Azuay con 190 toneladas, seguido de Napo, Tungurahua y Chimborazo con 94,2 ton, 92,9 ton y 64,4 toneladas respectivamente (CENIAC, 2007, p. 58).

1.7.1. *Características morfológicas y productivas.*

La trucha arcoíris es una especie que puede desarrollarse tanto en agua dulce como en agua de mar, se distribuye naturalmente por el norte del océano Pacífico, desde Japón hasta la península de Baja California, en México; este pez se lo ha introducido en casi todo el mundo debido a sus características de cultivo y lo apetecible de su carne. Su hábitad natural preferido son ríos o cuerpos de agua torrentosos en donde acostumbra a pasar la mayoría de tiempo; su estructura anatómica se adaptada a su entorno, es así que presenta un cuerpo un tanto alargado y comprimido, cubierto de escamas y mucus, su dorso es de color azulado y sus flancos laterales presentan una franja de color plateado iridiscente, presenta también manchas negras y marrones a la largo de todo el cuerpo (Yapuchura, 2005, p. 12); En la tabla 1-1, se detalla la clasificación zoológica de esta especie.

Tabla 1-1: Clasificación zoológica de la trucha arcoíris.

Reino	Animal
Sub Reino	Metazoa
Phylum	Chordata
Sub Phylum	Vertebrata
Clase	Osteichtyes
Sub Clase	Actinopterygii
Orden	Isospondyli
Sub Orden	Salmoneidei
Familia	Salmonidae
Género	Oncorhynchus
Especie	Mykiss
Nombre Vulgar	“Trucha arco iris”
Nombre científico	<i>Oncorhynchusmykiss</i>

Fuente: (Sánchez, 2009. P. 9).

1.7.2. *Parámetros de cultivo de la trucha arcoíris.*

En el desarrollo de la actividad piscícola el recurso hídrico se convierte en el contorno más importante en cuanto tiene que ver con la cantidad disponible de este, además debe reunir ciertas características en cuanto a la calidad (factores físicos, químicos y biológicos).

Dentro de las propiedades necesarias para la crianza de truchas se muestra a continuación:

Tabla 2-1: Parámetros de calidad de agua requerida para el cultivo de Truchas.

Parámetros	Valores
Temperatura	De 7.2 a 17.0 °C en crecimiento. De 7.2 a 12.8 °C en reproducción.
pH	6.7 a 9.0
Temperatura	10 – 22 °C.
Oxígeno disuelto	Mayor a 5 mg/l
Salinidad	(ppt) 0-35
Dióxido de carbono	Menor a 2 mg/l
Calcio	Mayor a 52 mg/l
Zinc	Menor a 0.04mg/l a pH de 7.6
Amonio	Menor a 0.012 mg/l como NH ₃
Nitrito	Menor a 0.55 mg/l
Nitrógeno	Menor a 110 % de saturación total
Sólidos suspendidos	Menor a 80 mg/l
Sólidos disueltos	Menor a 400 mg/l
Ácido sulfhídrico	Menor a 0.002mg/l

Fuente: (Oliva, 2011, p. 10).

En cambio los factores químicos del agua son mucho más estables y sus variaciones son mínimas salvo en casos excepcionales en los que una contaminación puede provocar efectos irreversibles en el líquido (Imaki, 2007, p. 19).

1.7.3. *Morfología*

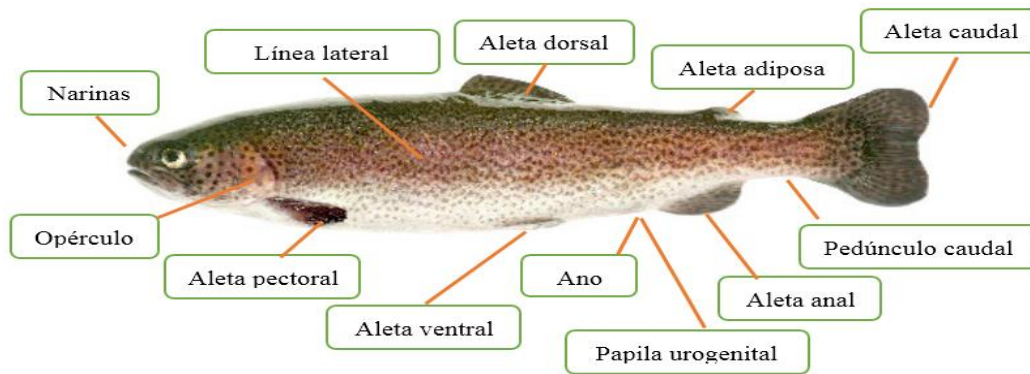


Grafico 1-1: Morfología de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

Fuente:(Maraver, 2013, p. 7).

1.8. *Biología de la trucha.*

Esta especie se identifica por tener el cuerpo protegido con finas escamas y de forma fusiforme (forma de huso), la coloración de la trucha varía de acuerdo al ambiente en que vive, edad, estado de maduración sexual y otros factores, como por ejemplo la influencia del ambiente en riachuelos sombreados presentan color plomo oscuro mientras que en un estanque bien expuesto a los rayos del sol ofrece una tonalidad mucho más clara, verde oliva en su parte superior luego una franja rojiza para finalizar con el abdomen blanco; además posee gran número de máculas negras en la piel, a manera de lunares, por lo que en otros lugares se le llama también trucha pecosa. La denominación de trucha arco iris se debe a la presencia de una franja de colores de diferentes tonalidades, con predominio de una franja rojiza sobre la línea lateral en ambos lados del cuerpo (Rodríguez, 2009, p. 15).

1.8.1. *Fases de desarrollo de las truchas.*

1.8.1.1. *Ova.*

Son los huevos fecundados que después de un promedio aproximado de 30 días de incubación, eclosionan para convertirse en larva.

1.8.1.2. *Alevín.*

Se denomina a los peces de esta fase que miden de 3 a 10 cm de talla y con pesos que varía entre 1,5 a 20 gramos.

1.8.1.3. *Juvenil.*

Se designa a los peces con medidas que oscilan entre 10 a 15 cm de largo. Con peso que varía entre 20 a 100 gramos.

1.8.1.4. *Trucha.*

Fase final, donde los peces han trascendido al proceso de engorde para ser comercializados, los cuales miden 15 a 22 cm. de largo. Con un peso que varía entre de 150 a 250 gramos.

1.9. Manejo técnico de trucha arcoíris.

1.9.1. *Calidad y cantidad del agua.*

Un aspecto importante para un proyecto de truchas es el agua, pues ésta debe reunir ciertas condiciones de calidad y cantidad. En relación con la calidad, es muy importante buscar una fuente de agua limpia, sin contaminación y con poco sedimento. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014, p. 23). En la tabla 2-1, se observa el resumen de las principales características de la calidad del agua para el cultivo de trucha.

Se sabe que el caudal del agua es una necesidad básica, pero la calidad del agua que se tiene en una explotación es de vital importancia. Es decir se debe contar con un ambiente ideal para la crianza de truchas, un pH neutro o ligeramente alcalino, el punto óptimo se encuentra entre 7 y 7.5 de pH (Liñan, 2007, p. 18).

Tabla 3-1: Calidad del agua para la crianza de truchas.

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (ppm)	7,5 a 12	8,5
Temperatura (°C)	13 a 18	15
pH	6,5 a 8,5	7
Alcalinidad total	80 a 110 mg/l	95 mg/l
Dureza	100 a 200 mg/l	140 mg/l
Sólidos en suspensión	Inferior a 30 mg/l	
Nitritos	Menor a 0,1 mg/l	
Nitratos	Menor a 1,0 mg/l	

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014, p. 6).

Dentro de estos parámetros, el factor físico como temperatura del agua es importante porque regula el crecimiento de los truchas, por ser una especie poiquiloterma. Si la temperatura es muy baja el crecimiento es lento, a temperaturas más altas el desarrollo es más rápido.

Otro parámetro que es afectado por la temperatura es el oxígeno disuelto en el agua, pues a temperaturas altas, el oxígeno disuelto es menor que a temperaturas bajas.

1.9.2. *Temperatura del agua.*

La temperatura del agua es un factor determinante en la actividad piscícola, las extremas pueden ocasionar altas mortalidades o retraso en el desarrollo de los peces. Como se observa en la tabla 3-1.

La medición de la temperatura del agua se realiza con un termómetro. Es recomendable realizar tres mediciones de temperatura (6, 12 y 18 horas) para sacar un promedio de los tres horarios y tener un dato más real de la temperatura diaria (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014, p. 35).

A parte de su efecto indirecto la temperatura del agua posee un efecto muy significativo en la capacidad de contener un 5% de oxígeno disuelto a una temperatura ideal de 14 o 15 °C. A medida que la temperatura aumenta la cantidad de oxígeno disuelto disminuye hasta un 3% a una temperatura de 16 o 18 °C, de manera que el agua saturada de oxígeno a 4 °C contiene 12.88 ppm de oxígeno disuelto a 20 °C tendrá 9 ppm (Liñan, 2007, p. 26).

Tabla 4-1: La temperatura del agua para el crecimiento de los crías (alevines).

Temperatura °C	Talla en cm. al cabo de:			
	60 días	90 días	120 días	150 días
5	2,5	3	3,5-4	5
7	3	3,5	4,5	5,5
10	3,3	4,5	5-7	5,9
12	4	6	8	10
15	5	7	9	11

Fuente:(Sánchez, 2009, p. 16).

1.9.3. Cantidad de agua.

Es necesario que se provea la cantidad adecuada de agua para cada etapa de desarrollo de la trucha con la finalidad de obtener un óptimo desarrollo; como se detalla en la tabla 5-1.

Tabla 5-1: Cantidades de agua requeridas en las distintas fases del cultivo.

Fases	Litros/min./1000
Incubación (huevos)	0,5
0 a 3 meses (alevines)	1 a 3
Truchas de 4 a 7 cm (peces)	4 a 8
Truchas de 7 a 10 cm (peces)	20
Truchas de 10 a 30 cm (truchas)	4,0

Fuente: (Sánchez, 2009, p. 17).

1.9.4. Requerimientos de oxígeno.

La trucha es una especie altamente demandante en oxígeno por esta razón su correcto desarrollo depende de la cantidad de oxígeno adecuado en el agua, debido a que alteraciones en este parámetro como se muestra en la tabla 5, pueden ser mortales.

La crianza de truchas se estima que los peces en crecimiento deben de tener continuamente tasas mínimas de oxígeno de 5 a 5.5 mg/l, mientras que los huevos y alevines son más exigentes, demandando de 6 a 7 mg/l. Con cantidades muy inferiores a las mencionadas, las truchas presentan dificultades para extraer el oxígeno del agua y transportarlo a través de sus branquias (Oliva, 2011, p. 8).

Tabla 6-1: Requerimiento de oxígeno disuelto en el agua para la trucha arcoíris.

Rango	Valoración
8,9 mg/l	Óptimo
6,5-7 mg/l	Aceptable
5 mg/l	Critico
4 mg/l	Respiración anhelante
3 mg/l	Insuficiente, mortal
1,5 mg/l	Rápidamente mortal

Fuente: (Ramírez, 2012, p. 19).

1.9.5. *pH, alcalinidad y Dureza*

El pH se detalla como la concentración de hidrogeniones (H⁺) en una medio acuosa e indica el grado de ácido o alcalino de las soluciones (Quiñonez, 2017, p. 9).

Un pH ideal para la crianza de truchas debe ser neutro o ligeramente alcalino, su punto óptimo se centra entre 6.5 y 7.5 de pH (Liñan, 2007, p. 16).

La alcalinidad corresponde al total de las bases en el agua y se expresa en mg/l de carbonato de calcio equivalente, y está representada por iones de carbono (CO³) e iones bicarbonatos (HCO³). Los iones bicarbonatos y los carbonatos son las principales fuentes de alcalinidad en la mayoría de los cuerpos de agua, cumpliendo funciones de amortiguador del agua, manteniendo estable el nivel de pH (Losordo, 2002, p. 23).

La dureza total o general se define como la concentración de iones, básicamente calcio y magnesio y se expresa como mg/L de carbonato de calcio equivalente (Rodriguez, 2011, p. 19).

1.9.6. *Turbidez*

Como ya se ha señalado, la trucha requiere de aguas cristalinas y puras, por lo que la turbidez del agua resulta un factor perjudicial en la cría de estos peces. La turbidez es producida por partículas suspendidas habitualmente arrastradas desde el suelo o de la vegetación adyacente, así como de organismos planctónicos, que pueden generar una disminución en la absorción de oxígeno por parte de las truchas. En el caso de los alevines, los problemas branquiales son más evidentes y pueden dar origen a infecciones, debido que las branquias de los pequeños peces son expuestas al contacto con las partículas suspendidas, se irritan fácilmente y se dificulta el paso del oxígeno a través de ellas (Oliva, 2011, p. 9).

1.10. *Instalaciones para el cultivo de truchas.*

1.10.1. *Estanques.*

Es una infraestructura donde se moviliza una determinada cantidad de agua, a fin de permitir el confinamiento de las truchas para lograr su producción y reproducción, a expensas de una alimentación proporcionado por el piscicultor. Un estanque hace las veces de un medio artificial cumpliendo los requerimientos en la función biológicas de los peces como en su medio natural,

bajo el manejo técnico que debe llevar el piscicultor, efectuando los requerimientos alimenticias, y evitando la propagación de algún tipo de enfermedades en los peces en cultivo, para obtener resultados favorables en los niveles de producción planteado (Oliva, 2011, pp. 12-13).

1.10.2. Tipo de estanques

1.10.2.1. Semi-natural.

Espacio con agua confinado donde la mano del hombre es intervenida para la construcción. Se efectúan en un terreno de características arcilloso, para evitar filtraciones y pérdidas de recurso hídrico.

1.10.2.2. Artificial.

Planteado y construido especialmente para la explotación intensiva de la carne de truchas. Los materiales utilizados para la construcción deber ser de larga duración (ladrillos, cemento, grava, piedras, etc.)

1.10.2.3. De presa.

Se construirse a modo de un embalse, como una secuencia de estanques aprovechando un pendiente del terreno. Además es conocido como estanque con dique o de interceptación. Generalmente se instala en la parte más baja de un valle, construyéndose un muro transversal que forma una pequeña presa de contención. El agua para este estanque desciende generalmente de un manantial o pequeños cursos de agua.

1.10.2.4. De derivación.

Se construyen aprovechando las características topográficas de la propiedad, de tal manera que el agua que los abastece es derivada del río, riachuelo o manantial hacia los estanques mediante un canal.

Este tipo de estanque se realiza conforme a la topografía de la granja y de las fases de crianza. De manera que pueden ser rectangulares o circulares, prefiriéndose los primeros. Los estanques de menor superficie se utilizan para la fase de alevines, medianos para los juveniles y mayores para adultos y reproductores. Los estanques de tierra pueden tener cualquier dimensión, pero deben ser manejables (Oliva, 2011, p. 14).

1.11. Alimentación.

La alimentación es una actividad trascendental en la producción de las diferentes especies que son cultivadas por las explotaciones, la ración suministrada debe cubrir las necesidades nutricionales de la especie ya que existe variabilidad entre unos y otros, además se lo debe proporcionar en cantidades adecuadas para el caso de un correcto suministro de balanceado en peces se utiliza la fórmula de la biomasa, en el momento oportuno con el fin de lograr un óptimo desarrollo y crecimiento de los peces. Siendo la trucha una especie carnívora en su alimentación se utiliza alimentos artificiales balanceados, con nutrientes necesarios como proteínas, hidratos de carbono, grasas, minerales, fibras y vitaminas (Imaki, 2007, p. 35).

1.11.1. Calidad de alimento.

1.11.1.1. Calidad de alimento por etapa.

Los alimentos balanceado que se distribuyen en el mercado son principalmente de dos tipos: extruido y peletizado. El alimento deberá contener valores altos de proteína, en especial para los primeros estadios (Oliva, 2011, p. 15).

Tabla 7-1: Característica de alimento por etapa.

Estadio	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Ceniza	Humedad
Alevines	50-55	13-15	14.5-18.5	9-10	6-10
Juveniles	45-48	13-15	20	7	10
Engorde	45-48	13-15	23.5	8	7.5

Fuente: (Oliva, 2011, p. 15).

1.11.2. Componentes nutricionales de pienso para truchas.

1.11.2.1. Proteínas (aminoácidos).

Las exigencias mínimas de ciertos aminoácidos para las truchas (Orna, 2010, p. 3), se detalla en la tabla 8.1:

Tabla 8-1: Aminoácidos para los salmónidos.

Aminoácidos	% en la dieta
Arginina	2,5
Histidina	0,7
Lisina	2,1
Metionina	0,5
Cisterna	1,0
Triftofano	0,2
Treonina	0,8
Valina	1,5
Leucina	1,0
Isoleucina	1,5

Fuente: (Orna, 2010, p. 4).

1.11.2.2. *Carbohidratos.*

Los salmónidos pueden utilizar cantidades pequeñas de carbohidratos digestibles, pero no se debe suministrar más de un 9% de estos ni la ingesta diaria debe superar los 4,5 g por kilogramo de peso vivo. Si se suministran grandes cantidades de carbohidratos durante mucho tiempo se puede provocar cuantiosas pérdidas. Los peces muertos aparecen hinchados y, cuando se diseccionan el hígado se observa considerablemente incrementado de tamaño y de color muy pálido. Esto se debe al almacenamiento de un exceso de glucógeno. Estos elementos (carbohidratos), presentes en las harinas de cereales que se mezclan con los alimentos pueden ser suministradas en cantidades elevadas, ya que prácticamente no son digeridas por las truchas, por lo que no causan daño (Orna, 2010, p. 5).

1.11.2.3. *Grasas.*

La grasa en dieta de los salmónidos precisa una pequeña cantidad digerible; su digestibilidad depende de su punto de fusión bajo, precisando que se encuentre en estado líquido en el estómago para que pueda ser utilizado. Los ácidos grasos esenciales son el linoleico, linoleico y araquidónico, todos ellos poliinsaturados. Un pienso normal contiene un 5-8% de grasa. Si la grasa de la dieta es demasiado alto se producen bajas como consecuencia de una degeneración del hígado y los riñones (Orna, 2010, p. 5).

1.11.2.4. *Los Minerales.*

Las peces al igual que los animales superiores, necesitan pequeñas cantidades de minerales. Los requerimientos exactos se desconocen, pero puede asumirse que la mayoría de los minerales esenciales para los peces pueden ser obtenidos directamente del agua. El organismo de un pez está compuesto por un 70-75% de agua, siendo un nutriente fundamental. Se ha verificado que la adición de sal marina yodada a los piensos, hasta de un 4% de la ingesta tiene un efecto beneficioso. Se considerar primordial, la presencia de trazas de yodo en la dieta, (0,0006-0,0011 mg por kg de Pv.).

1.11.2.5. *Vitaminas.*

Los trabajos de investigación llevados a cabo en USA y Europa, han permitido sugerir las necesidades vitamínicas diarias mínimas. A continuación, se presenta las cantidades consideradas como mínimos esenciales, por kg de peso vivo.

Tabla 9-1: Cantidades de vitaminas hidrosolubles.

Vitaminas	Dosis en (mg)
Tiamina (B_1)	0,150 - 0,2
Riboflavina (B_2)	0,50 - 1,0
Piridoxina (B_6)	0,25 - 0,50
Biotina (H)	0,04 - 0,08
Ácido nicotínico	4,0 - 7,0
Ácido pantoténico	1,0 - 2,0
Ácido fólico	0,10 - 0,15
Inositol	18 - 20
Colina	50 - 60
Cianocolabalamina (B_{12})	0,0002 - 0,0003

Fuente: (Orna, 2010, p. 5).

Actualmente se sabe que las truchas requieren vitamina C, también precisan de vitaminas liposolubles (A, D, E y K), las cuales se incluyen normalmente en la mayoría de los piensos comerciales (tabla 10-1).

Tabla 10-1: Cantidades de vitaminas liposolubles.

Vitaminas	Cantidades (en kg de alimento)
Vitamina A	8.000 – 10.000 U.I./kg
Vitamina D	1.000 U.I./kg
Vitamina E	125 U.I./kg
Vitamina K ₃	15 – 20 mg/kg
Vitamina C	450 – 500 mg/kg

Fuente: (Orna, 2010, p. 5).

El uso de alimento concentrado tiene la ventaja de ser de fácil manejo, calidad fija y el deterioro de la calidad es menor que en los alimentos caseros.

El alimento representa entre el 50 al 60% de los costos de producción en el cultivo de la trucha, por lo que un programa inadecuado de alimentación puede poner en riesgo la rentabilidad del proyecto de cultivo de trucha (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014, p. 20).

1.11.3. Frecuencia de alimentación.

(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014), menciona que el alimento debe ser distribuido en varios puntos del estanque. El número de veces al día que se tiene que alimentar, se resume en la tabla 11-1.

Como cualquier otro tipo de animal, las truchas deben ser alimentadas los siete días de la semana.

Tabla 11-1: Frecuencia de alimentación diaria, según tamaño de la trucha.

Características	Truchas			
Tamaño en centímetros	5,1 a 10	10,1 a 15	15,1 a 22	Mayor a 22, 1
Comidas por día	4	3	2	1

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014, p. 21).

1.11.4. Cálculo del alimento diario

La cantidad de pienso a suministrar a un grupo de truchas depende del tipo de alimento, la característica del agua, temperatura, la etapa y el tamaño de los peces.

Para saber la cantidad exacta que se le debe suministrar a un grupo de truchas, se realizara un muestreo, que consiste en tomar una muestra de las truchas existentes en el estanque para calcular su peso promedio (biomasa) y tamaño, con base en estos y en la temperatura del agua, se determina la dosis de alimentación diaria, basándose en una tabla de alimentación (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014, pp. 22-23).

¿Cómo calcular la cantidad de alimento para un grupo de 500 truchas, con un peso promedio de 58.9 g, un tamaño promedio de 17.2 cm, que se mantienen en un estanque donde la temperatura del agua es de 15 °C?

Para realizar este cálculo se necesita una tabla de alimentación. Lo primero es saber cuántas truchas hay por cada 1000 gramos (2.2 libras), para lo que se divide 1000 gramos (2.2 libras) entre el peso promedio de sus truchas del estanque, que es de 58,9 g, lo que le da como resultado 17 truchas por cada 2.2 libras.

Con el dato del número de truchas por libra, se localiza en la tabla de alimentación, donde está el grupo de 17 truchas por cada 2,2 libras, se sigue la columna en línea recta hacia abajo hasta que se junte con la fila correspondiente a 15 grados (temperatura del estanque) donde va a estar el valor que dice cuál es la dosis de alimentación diaria, que en este caso fue de 1,9%. (Gráfico 2-1)

Talla (cm)	Peso (gr)	Temperatura (°C)											Tasa de alimentación (% de Peso Corporal) (TA%)
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
2 - 5	-0,18	3,9	4,2	4,5	5,2	5,0	5,7	6,2	6,7	7,3	7,7	8,3	
2,5 - 5,0	0,18 - 1,5	3,2	3,5	3,8	4,3	4,5	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	
5,0 - 7,5	1,5 - 5,0	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,2	4,5	5,0	5,2	5,6	
7,5 - 10,0	5,0 - 12,0	2,0	2,2	2,4	2,7	2,8	3,0	3,2	3,5	3,7	4,1	4,4	
10,0 - 12,5	12,0 - 23,0	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	3,1	3,3	
12,5 - 15,0	23,0 - 40,0	1,3	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	
15,0 - 17,5	40,0 - 60,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	
17,5 - 20,0	60,0 - 90,0	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	
20,5 - 22,5	90,0 - 130,0	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	
22,5 - 25,0	130,0 - 180,0	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	
25,0+	180 +	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	

Grafico 2-1: Porcentaje de alimentación diario con base en la temperatura del agua.

Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2014, p. 21).

Una dosis de alimentación por día de 1,9%, significa sacar este porcentaje a la totalidad de carne de trucha que está en el estanque.

Según la información, en el estanque hay 500 truchas de 58,9 g. Para saber la cantidad de carne de trucha que hay en el estanque, se multiplica 500 x 58,9 lo que da 29450 g.

A la totalidad de la biomasa de trucha en gramos que hay en el estanque (29450) se debe sacar el 1,9%, por lo que se realiza la siguiente operación:

$$\text{Biomasa} = \frac{29450 \times 1,9}{100} = 559,5 \text{ gramos}$$

559,5 gramos es la cantidad de alimento por día con que se debe alimentar a las truchas. Esta cantidad de alimento se divide en 2, ya que según la tabla 9, para truchas 17,2 centímetros (dato del ejemplo) se le deben dar dos comidas por día.

1.12. Limpieza.

1.12.1. *En la bocatoma.*

La limpieza en esta área se realiza una vez por año, generalmente en el mes de agosto, evacuando piedras, grava y arena depositadas durante la época de lluvias. Se realiza con la ayuda de un cargador frontal.

1.12.2. *Los canales.*

Esta área son raspados dos veces por año: uno en época de estiaje y otro en época de lluvias. Se realiza desde la bocatoma, desarenador, rejilla principal, canales de distribución y canales de ingreso a las diferentes secciones en la explotación.

1.12.3. *De desarenador*

Se realiza en forma quincenal en época de lluvia y mensual en época de estiaje. Se evacúan los residuos orgánicos, inorgánicos y limo, utilizando lampas y rastrillos.

1.12.4. *De estanques*

Es muy importante mantener los estanques tan limpios como sea posible, eliminando los restos de alimento y heces del piso mediante el empleo de escobillas de nylon. La limpieza se realiza en forma semanal

1.12.5. *De áreas*

Esta actividad se efectúa diariamente evacuando los desechos orgánicos de rejillas, pasadizos y perímetros de los estanques, utilizando herramientas como una lampa y una carretilla. Todos los residuos son destinados a una poza de desechos para ser quemados.

1.12.6. *Adición de la cal en los estanques.*

Este tratamiento se desarrolló con cal viva, para evitar la proliferación de microorganismos por la acción antiparasitaria que adquiere. Se realiza una vez que el estanque queda totalmente vacío o después de cada lote en cosecha.

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Localización y duración del experimento.

El presente trabajo investigativo se realizó en la Unidad Piscícola Atillo del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Guamote (GADMC–Guamote), Provincia de Chimborazo, Parroquia Cebadas, Comunidad Atillo; localidad que se encuentra a 3500 msnm.

Tabla 12-2: Condiciones meteorológicas de Atillo.

PARÁMETRO	VALOR
Temperatura	5 – 10 °C
Altitud	3500 msnm.
Precipitación	600 – 700 mm/ año
Humedad Relativa	70 %

Fuente:(INAMHI, 2018, p. 12).

2.2. Unidades experimentales.

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron dos tratamientos (crianza en piscinas al ambiente, y crianza en estanques bajo invernadero), con 4 repeticiones cada tratamiento (cada una de ellas con 25 unidades observacionales constituidas por los juveniles sembrados).

Al utilizar el sistema de evaluación fue necesario aplicar para las unidades experimentales, un Diseño Completamente al Azar Simple, cuyo modelo lineal aditivo fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

$\alpha_i =$ Efecto de los tratamientos (comportamiento biológico - Temperatura).

$\epsilon_{ij} =$ Efecto del error experimental.

2.3. Materiales, equipos e instalaciones.

2.3.1. *De campo.*

- ✓ Esferos.

- ✓ Libreta de apuntes.
- ✓ Termómetro.

- ✓ Balanza (gramera).

- ✓ Cámara fotográfica.

- ✓ Guantes.

- ✓ Botas.

- ✓ Overol.

2.3.2. *De oficina.*

- ✓ Registros.

- ✓ Computadora.

- ✓ Calculadoras.

2.3.3. *De campo.*

- ✓ GPS.

- ✓ Papel tornasol.

2.4. Mediciones experimentales.

Las mediciones experimentales a evaluar durante el desarrollo de la investigación fueron:

- Peso Inicial, g.
- Peso final, g.
- Talla inicial, cm.
- Talla final, cm.
- Temperatura diaria, °C.
- Duración de cada fase fisiológica, °C/día
- Consumo de alimento, g.
- Ganancia de peso, g.
- Conversión alimenticia.
- Mortalidad, %.
- Relación Beneficio / Costo.

2.5. Análisis estadístico y prueba de significancia.

Los resultados experimentales fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA).
- Separación de medias de acuerdo a la metodología de Tukey a un nivel de significancia $p \alpha$ 0,05.
- Análisis de regresión y correlación, de las variables mutuas dependientes.

2.6. Esquema del Experimento.

Tabla 13-2: Esquema del experimento en los sistemas de engorde de truchas en la Unidad Piscícola Atillo GADMC- Guamote.

Sistema de engorde	Código	Repeticiones	T.U.E	Peces / Trat
Invernadero	T1	4	25	100
Al Ambiente	T2	4	25	100
Total semovientes				200

Realizado por:(Morales, Guido 2019).

2.7. Esquema de ADEVA.

Fuente de variación	Grados de Libertad
Total	7
Tratamientos	1
Error Experimental	6

Realizado por:(Morales, Guido 2019).

2.8. Procedimiento experimental.

Para determinar la influencia de la temperatura del agua en el comportamiento biológico de la trucha “arco iris” en la unidad piscícola Atillo del GADMC- Guamote, se estableció un ambiente controlado a través de un invernadero sobre el estanque (tratamiento 1), para comparar con un sistema de engorde al ambiente (tratamiento 2), a través de los datos obtenidos de las variables tomados en el trabajo de campo se analizó la diferencia entre los sistemas en estudio.

La prioridad de la investigación fue buscar un método para poder aumentar la temperatura del agua, utilizando alternativas como invernaderos y de esta manera mejorar en aspecto de manejo, alimentación y sanidad en la exploración sin destruir el hábitat y recursos disponibles en la zona.

2.9. Metodología de la evaluación.

2.9.1. *Peso Inicial, g.*

Este parámetro se tomó al inicio de la investigación, con la finalidad de contar con semovientes del mismo peso (117 gramos), tanto en estanque de ambiente natural y en estanque de ambiente controlado (invernadero).

2.9.2. *Peso final, g.*

Una vez finalizado el tiempo establecido de engorde en los peces se midió este parámetro con ayuda de una balanza.

2.9.3. *Talla inicial, cm.*

Al inicio del trabajo de campo experimental se midió las tallas de cada semoviente (truchas), para registrar y verificar la uniformidad y tamaño al que se comienza la investigación, esta actividad se desarrolló con una regla de madera y cinta métrica.

2.9.4. *Temperatura diaria, °C.*

Este factor importante se tomó con un termómetro, para obtener una mejor exactitud se tomó tres veces; en la mañana, al medio día y en la tarde, de esta manera sacar la temperatura promedio al día °C en cada tratamiento.

2.9.5. *Talla final, cm.*

Este parámetro se calculó con las tallas medidas cada semana a los peses de cada tratamiento, así obteniendo una talla final en promedio a la venta o saca.

2.9.6. *Duración de cada fase fisiológica, °C/día.*

Con la temperatura promedio registrado al día en cada tratamiento, durante la investigación se calculó la temperatura acumulada para cada fase fisiológica.

2.9.7. Consumo de alimento, g.

Cubrir los requerimientos nutricionales de la especie es fundamental por ende en la investigación se distribuye el horario y la ración de alimento en la mañana y en tarde como menciona la proporción de alimento para truchas en engorde.

Se determinó mediante la sumatoria del consumo diario de balanceado por tratamiento y dividido para el número de peces por tratamiento.

$$\text{Consumo de alimento} = \frac{\text{Suministro de balanceado total consumido}}{\text{número de peces}}$$

2.9.8. Ganancia de peso, g.

Con esta variable se establece el incremento de peso que obtienen las truchas durante el lapso de tiempo que duro el ensayo de la investigación.

El peso vivo (PV) se controló cada 7 días del ensayo en cada repetición de los dos tratamientos, previo a un ayuno de 15 horas. Durante los controles pre-establecidos, se pesaron cada semoviente en todas las repeticiones y así obtener la biomasa semanal por tratamiento.

2.9.9. Conversión alimenticia.

Ese parámetro establece la cantidad de biomasa incrementado en el peso de las truchas en existentes en cada sistema de engorde. Es decir, el resultado es un indicador de la eficiencia de un determinado alimento para que las trucas lo transformen en carne.

Para esto se realizó una biometría al final del ensayo (90 días), donde se aplicó la siguiente formula:

$$\text{Convercion alimenticia} = \frac{\text{consumo de alimento (periodo)}}{\text{peso total (periodo)}}$$

2.9.10. Mortalidad, %.

Para establecer los datos correspondientes de la variable mortalidad se llevó un registro en cada tratamiento, pero el dato real se estableció al final del ensayo, aplicando la siguiente formula:

$$\text{Mortalidad \%} = \frac{\text{Truchas muertas}}{\text{Truchas vivas}} \times 100$$

2.9.11. Relación Beneficio / Costo.

El análisis económico se realizó por medio del indicador Beneficio/Costo, en el que se consideran los gastos realizados (egresos) y los ingresos totales que corresponden a la venta de las truchas con relación de gastos para la crianza, aplicando la siguiente formula que detalla a continuación.

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (dolares)}}{\text{Egresos totales (dolares)}}$$

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, aportan al desarrollo de la acuicultura en las comunidades de la zona de Atillo, quienes disponen de un recurso natural de crucial importancia (agua). Técnicas que aportan a reducir el tiempo de saca de peces al mercado, cuidando los recursos naturales e incentivando a su sostenibilidad.

3.1. Variables evaluadas durante la investigación.

3.1.1. Medición de la temperatura, °C.

Se evaluó diariamente la temperatura en los dos sistemas de engorde; la unidad experimental evaluada al ambiente presentó un rango entre 7 a 9 °C de promedio durante el día, debido a las condiciones climáticas de la zona; mientras que en el sistema evaluado bajo invernadero la temperatura promedio incrementó un rango de los 10 y 12 °C durante el día, efecto debido a la implementación del sistema de crianza bajo invernadero.

La variación de temperatura del agua, en promedio semanal durante la investigación presentó valores descendentes en los dos sistemas de engorde, este cambio es debido a la temporada climática de la zona, valores que se detalla en el grafico 3-3.

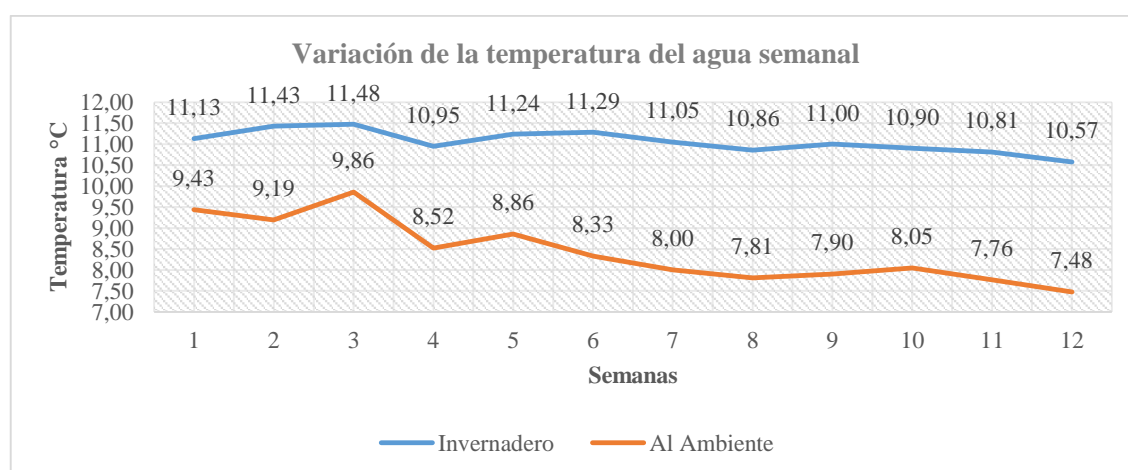


Grafico 3-3: Variación de la temperatura del agua, en promedio semanal durante el proceso de investigación.

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

La temperatura del agua tiene un acontecimiento directo sobre los aspectos productivos y reproductivos de las truchas, el ritmo de crecimiento de los alevines y adultos, principalmente sobre el grado de actividad metabólica e indirectamente como ya se mencionó con la temperatura del agua influye en la concentración de oxígeno disuelto en ella, la concentración de productos metabólicos (amoníaco), así como el tiempo y grado de descomposición de los materiales almacenados en el fondo de los estanques (Oliva, 2011, p. 9).

En la investigación se registró una temperatura de 13 °C en el sistema de recirculación (SR) lo cual probablemente influyó de manera positiva, reduciendo la mortalidad a 0 % a lo largo de la investigación (Quiñonez, 2017, p. 5).

La temperatura no afecta a los requerimientos proteicos, la respuesta del animal en el incremento de temperatura es el incremento de ingestión e incremento de la calidad de proteína y energía (S/a, 2002, p. 5).

Estrés físico. - mucho se ha investigado respecto al efecto de temperaturas por arriba o debajo del rango de seguridad en los peces, aunque es probable que el efecto conservado se deba a la disminución del oxígeno en el agua, cuando las temperaturas se elevan. El epitelio lamelar de las branquias se presentó encogido y las células pilares colapsadas, cuando se expuso a los peces (truchas), a temperaturas entre 30 °C y 45 °C. Bajo estas condiciones, se observó en el hígado un esteatosis y en el páncreas cambios autolíticos, además en las células tubulares renales hubo cambios degenerativos. El estrés por frío también ha sido estudiado en tilapias (*Oreochromis mossambicus*), exponiéndolas a temperaturas hasta 5 °C y se ha detectado también contracciones del epitelio lamelar (Ocampo, 2008, p. 3).

3.1.2. Duración de cada fase fisiológica, °C/día.

La acumulación de energía a través de la temperatura del agua en los sistema de crianza en invernadero registra 962,33 °C en 87 días mientras que para el sistema al ambiente acumula 736,67 °C en 87 días, datos que presentan diferencias altamente significativas mediante la Prueba de T-Student, reduciendo el tiempo para el ingreso a la fase de engorde y como consecuente al tiempo de cosechas, como se detalla en el (anexo 9), valores que fue mejor para el sistema bajo invernadero por lo tanto este factor influye directamente en los pesos y talla de las semovientes en estudio.

Tabla 14-3: Evaluación de las variables del comportamiento biológico en sistemas de engorde de truchas bajo la influencia de la temperatura en GADMC-Guamote.

VARIABLES	Sistemas de engorde				Media	CV (%)	E.E.	Prob.	Sign.
	Invernadero		Ambiente						
Peso Inicial, g	118,50		115,50		117,00	1,64	3,13	0,07	Ns
Peso Final, g	365,96	a	330,27	b	348,12	1,75	2,30	4,6E-06	**
Talla Inicial , (cm)	21,50		21,25		21,38	1,17	0,38	0,54	Ns
Talla final, (cm)	30,20	a	28,42	b	29,31	0,78	0,30	0,001	**
Ganancia de peso total, g	247,46	a	214,77	b	231,12	2,71	2,92	3,0E-05	**
Consumo de Alimento, g	598,18	a	437,60	b	517,89	5,44	8,75	1,7E-06	**
Conversión Alimenticia.	1,63	a	1,33	b	1,48	0,31	0,03	2,3E-05	**
Mortalidad %	1,00		4,00		2,50	17,13	1,91	0,17	Ns

ab: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Tukey ($P < 0,05$).

E.E: Error estadístico.

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia.

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

3.1.3. Pesos de las truchas.

Los resultados de la investigación se encuentran descritos en la tabla 14-3, la misma que determinó que el peso inicial no presentó diferencias significativas en los dos tratamientos, observándose un peso promedio inicial de 117 g. para los peces juveniles.

Para el peso final se apreció diferencias altamente significativas ($P \leq 0,05$) entre las medias, en el análisis estadístico se reportaron mejores promedios en las truchas engordadas bajo invernadero, llegando a 365,96 g. superando así a los peces que se engordaron al ambiente, que registraron pesos de 330,27 g. con una diferencia de 35,69 g. entre los tratamientos en estudio.

Los pesos reportados por (Quispe, 2014, p. 70), presento valores entre 248,63 a 270,05 g. mismos que fueron tomados en la etapa final con temperatura del agua con 13 °C en promedio.

Según (Consa, 2014), reporta pesos entre 357,0 a 460,0 gramos evaluadas la madures sexual en diferentes sistemas de confinamiento. Datos que son superiores a los encontrados en la investigación, esto posiblemente de deba a la etapa fisiológica que se encuentra las truchas.

3.1.4. Talla de las truchas.

Al medir la talla inicial de los juveniles (truchas) al inicio del trabajo de investigación no se obtuvieron diferencias significativas en los dos tratamientos en estudio, observando un promedio de 21,38 cm.

Para la talla final de las truchas se obtuvieron diferencias altamente significativas con una ($P \leq 0,05$), los peces engordados bajo invernadero llegaron a 30,20 cm. de longitud, superando a los que se engordaron al ambiente que registraron una talla de 28,42 cm.

El incremento de talla en los sistemas de engorde que se indica en el Grafico 5-3, se observa que el engorde bajo invernadero es superior con una tendencia exponencial, registrando valores inferiores para el sistema de engorde al ambiente con una tendencia polinómica.

La talla promedio reportado por (Consa, 2014, p. 50), es de 30, 8 cm. evaluada la madurez sexual en diferentes sistemas de confinamiento. Dato que es superior al obtenido en la investigación, esto posiblemente se deba a la edad y el sistema que se evaluó.

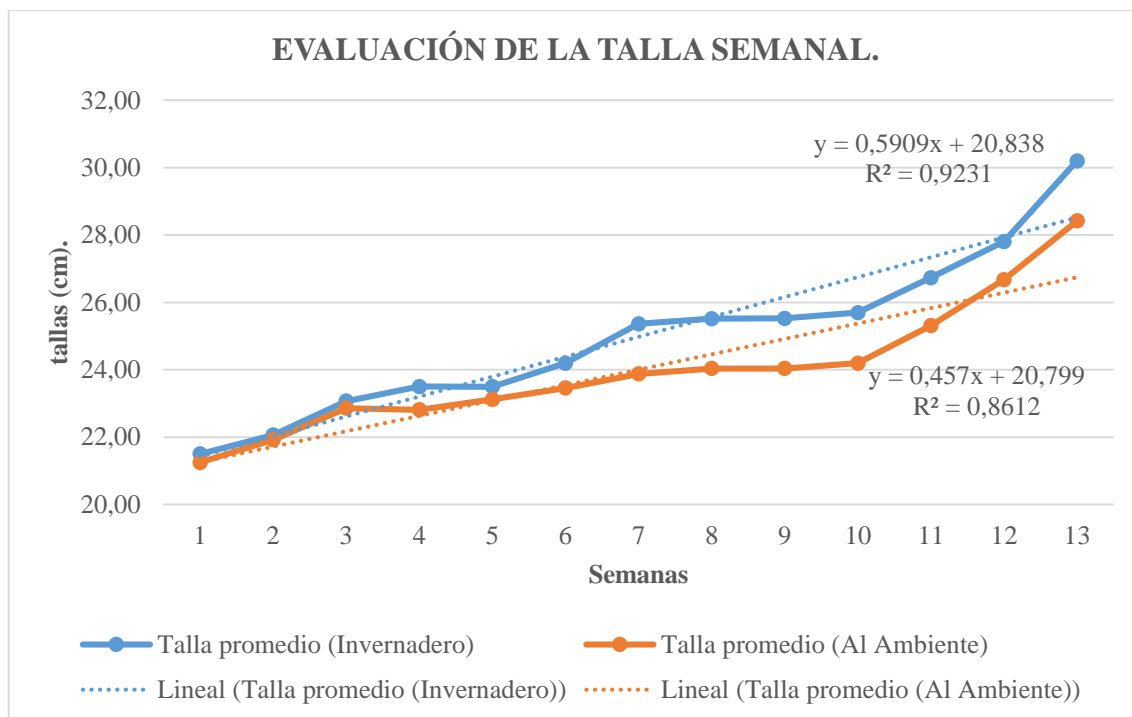


Grafico 4-3: Evaluación de tallas de los peces en estudio.

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

En el grafico 4-3: se puede observar la tendencia la talla en relación con el tiempo del ensayo; donde podemos observar el incremento de la talla en los tres primeras semanas son similares para los dos sistemas de engorde, trascurrido este tiempo el incremento es superior para el sistema bajo invernadero con una tendencia lineal, con un coeficiente de determinación de 0,92 con incremento de 0,59 cm cada semana. Mientras tanto en el sistema al ambiente podemos observar el coeficiente de determinación de 0,86 con un incremento de 0,45 cm cada semana, valor que es inferior para el tratamiento 1.

(Quispe, 2014), reporta que la talla adquirida a los 6 meses de edad fue de 22,5 a 23,4 cm en la última evaluación con una temperatura del agua de 13 °C. Valores que aproximan a la talla obtenida en el transcurso del ensayo de la investigación.

3.1.5. *Ganancia de peso, g.*

Luego de trascurrido el tiempo de investigación se evaluó la diferencia entre los rendimientos de cada uno de los tratamientos en estudio para lo cual se realizó el Análisis de Varianza (ADEVA) ver la tabla 15-3.

Tabla 15-3: Análisis de varianza.

F. de Var.	Grados Libertad.	Suma Cuadrado.	Cuadrado Medio.	Fisher Calculado	F.Tab. 0,05	F. Tab. 0,01
Total	7	2239,51	-----	-----	-----	-----
Tratamientos	6	2137,50	2137,50	125,73	5,99	13,75
Error	1	102,00	17,00	-----	-----	-----
Coeficiente de variación						2,71

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

La ganancia de peso, presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,05$), como se muestra en la tabla 14-3, as truchas engordadas bajo invernadero ganaron 247,46 g. de peso en el período, superando a los peces que se mantuvieron al ambiente con 214,77 g. obteniéndose una diferencia de 32,69 g entre tratamientos (anexo 5), por lo que puede considerarse que el comportamiento productivo de las truchas estuvo en función a la temperatura del agua, requerimiento que debe cumplir para la fase de engorde.

(Perdomo, 2013, p. 334), reporta que la Ganancia de Peso Diario (GDP) es de $(1,93 \pm 0,07 \text{ g/d})$ lo cual indica que los peces respondieron mejor a la estrategia alimenticia empleada (5A-2NA).

La tasa de crecimiento (g/día) reportado por (Cerdá, 2016, p. 2), en diferente porcentaje de alimentación comparado a la alimentación “Ad libitum” fue de 2,43 y 2,60 respectivamente.

En la investigación la ganancia de peso diario fue de 2,74 g para el engorde bajo invernadero y 2,38 g para las truchas engordadas al ambiente.

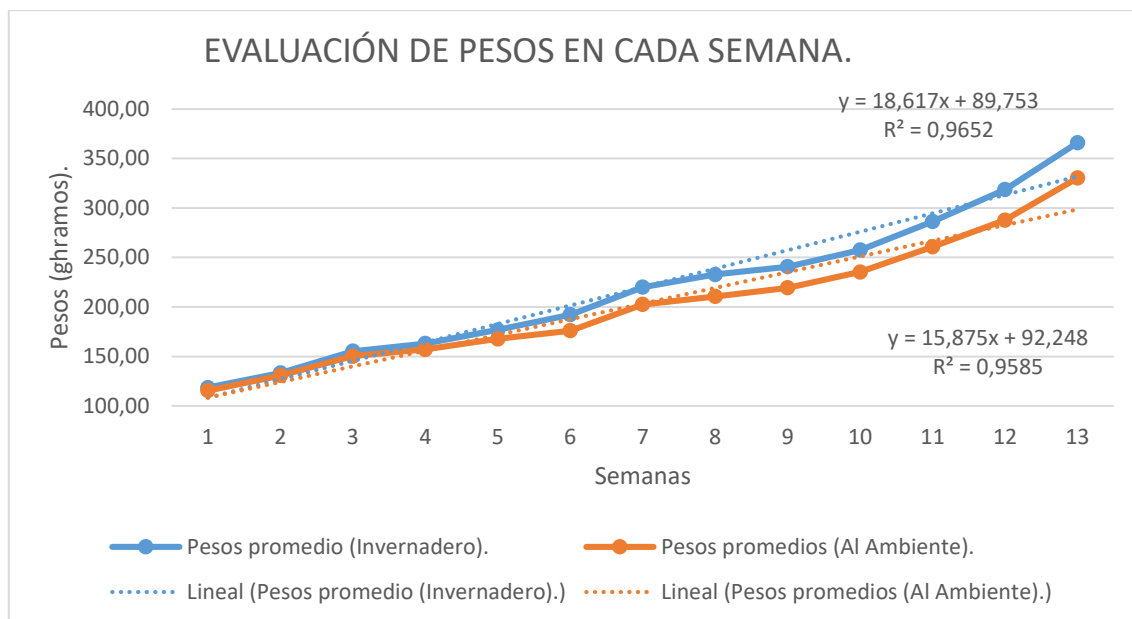


Grafico 5-3: Evaluación de las truchas en cada semana de los dos tratamientos en estudio.

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

En el grafico 5-3, se observa la tendencia de los pesos en base al tiempo del ensayo; donde se puede apreciar el incremento con valores similares hasta la tercera semana, a partir de este tiempo el incremento de peso es superior para el sistema de engorde bajo invernadero con una tendencia lineal, con un coeficiente de determinación de 0,96 los pesos incrementados cada semana es de 18,61 gramos. Mientras que el incremento de peso al ambiente presento un coeficiente de determinación de 0,95 con una tendencia lineal, el incremento de peso es de 15,87 gramos en cada semana.

3.1.6. Consumo total de alimento, g.

El consumo total de alimento presentó diferencias altamente significativas ($P \leq 0,05$), entre los tratamientos evaluados, presentándose el mayor consumo para las truchas engordadas bajo invernadero con 598,18 gramos de alimento, mientras que en menores cantidades consumieron las truchas engordadas al ambiente con 437,60 gramos de alimento (anexo 6).

Respuestas que están directamente relacionadas con la biomasa en cada tratamiento, valores que establecen que a mayor peso alcanzado en las truchas mayor es el requerimiento de alimento como en el caso de las truchas engordadas en invernadero, donde la temperatura del agua se aproxima a 14 °C que requiere la especie en su fase final (Grafico 6-3).

El consumo de alimento proporcionado se calculó en base a la biomasa, talla y temperatura del agua en cada sistema, así suministrar la cantidad en base al peso corporal que indica en la tabla de Leitrisz, ver Gráfico 2-2.

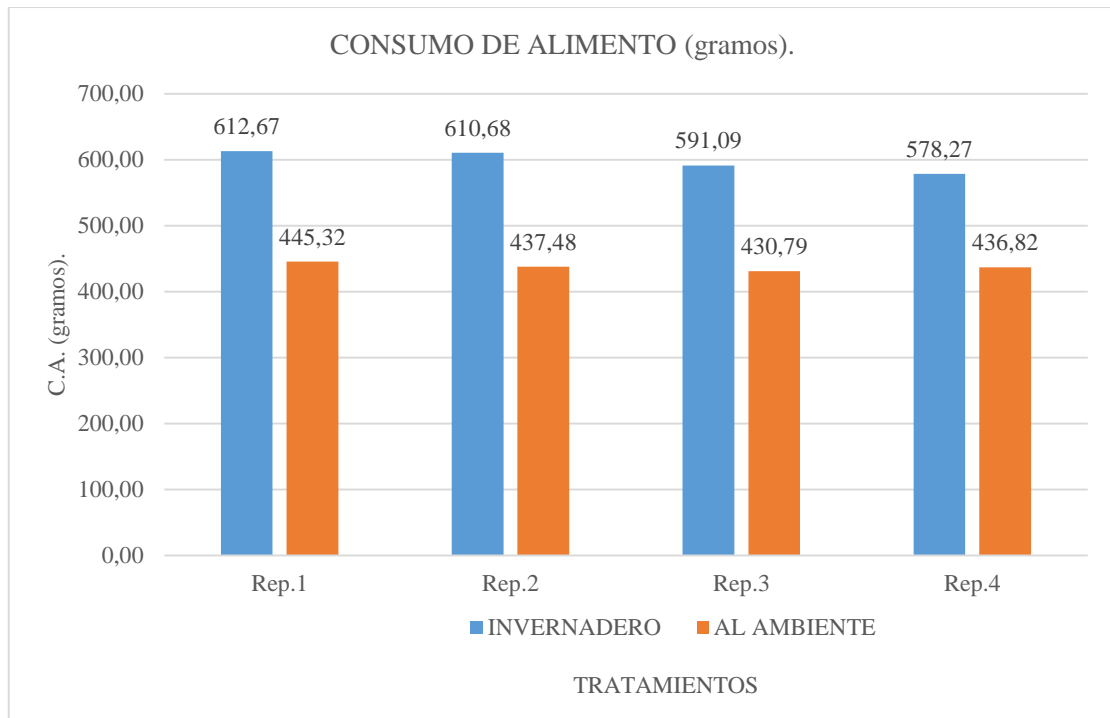


Gráfico 6-3: Consumo de Alimento en los dos sistemas de engorde (gramos).

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

3.1.7. *Conversión alimenticia.*

La conversión alimenticia registró diferencias altamente significativas entre los tratamientos, el más eficiente se encontró al engordar truchas al ambiente (T2) un valor de 1,34, mientras que la conversión alimenticia de las truchas engordadas en invernadero (T1) registrándose un valor de 1,63 (anexo 7).

La conversión alimenticia reportada por (Perdomo, 2013), con dos sistemas de alimentación fue de 1,28 y 1,37 que pudieron haber favorecido un aprovechamiento más eficiente del alimento aportado.

Según (centro de Investigación Acuícolas, CENIAC. 2007), menciona que la conversión alimenticia es de 1,17 dato que es superior a lo obtenido en la investigación, esto posiblemente se deba a la condición del medio ambiente como dato a considerar.

La C.A de las diferentes repeticiones en los dos sistemas de engorde (tratamientos) se detallan en el (Grafico 7-3).

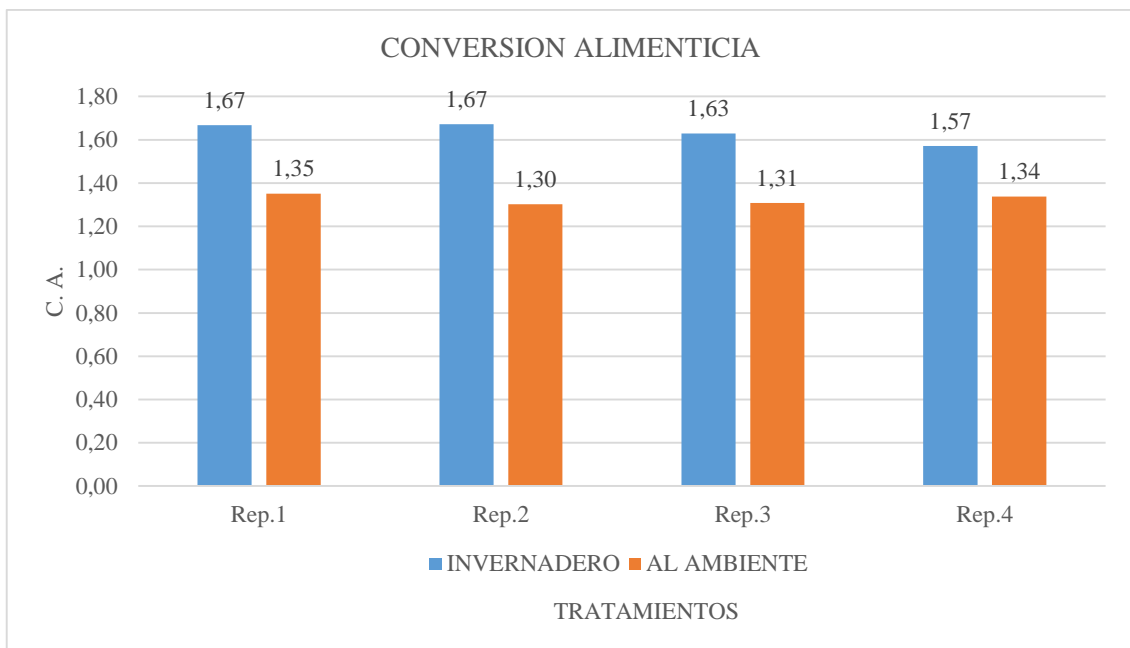


Grafico 7-3: Conversión Alimenticia.

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

3.1.8. *Mortalidad, %.*

La mortalidad se evaluó con los resultados obtenidos en un conteo del número final de truchas presentes al concluir el ensayo en porcentaje, en relación al número de truchas contadas al inicio de la investigación.

El efecto obtenido luego del ensayo no presento diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, puesto que se registraron mortalidades mínimas en los dos sistemas de engorda, (ver anexo 8). Obteniéndose los siguientes resultados de mortalidad: T1= 0,50 % y T2= 2,00 %.

Según (Carpio, 2010), menciona que las truchas en la etapa de engorde presenta mortalidad bajas, sin embargo requieren cuidados técnicos adecuados.

3.1.9. *Relación Beneficio / Costo.*

Como se puede observar en el(anexo 10), se presenta los resultados de la evaluación económica correspondiente, de acuerdo al indicador beneficio/costo se puede observar que la mejor respuesta económicas se obtuvo cuando se empleó el sistema de engorde bajo invernadero con

un valor de \$ 1,32 es decir que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0,32 dólares, mientras que el benéfico/costo en el sistema de engorde al ambiente presento un valor de \$ 1,12 donde se observa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$ 0,12. En comparación entre los dos sistemas la mejor utilidad se obtiene en el tratamiento 1 (T1), en base a estas respuestas la implementación del sistema de engorde bajo invernadero influye directamente en los parámetros productivos de las truchas y presentan mayores rentabilidades económicas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

- Los factores ambientales que influye en la crianza de las truchas, la temperatura de esta especie es la misma del agua en que vive. Por ello el comportamiento biológico de las truchas está directamente relacionado con las variables que se tomó en la presente investigación.
- Implementar un sistema controlado (invernadero), donde la temperatura se eleve a los parámetros óptimos que requiere la especie (14-15° C) es fundamental, por lo que el tiempo de producción de truchas, reduce a comparación de la crianza al ambiente con bajas temperaturas que presenta la Unidad Piscícola Atillo, con disponibilidad del recurso importante como lo es el agua para la explotación de las truchas arcoíris.
- La mayor rentabilidad según el análisis de beneficio/costo se obtuvo al implementar el sistema de engorde de truchas bajo invernadero debido a que alcanzó un B/C de \$ 1,32 lo que representa que por cada dólar invertido existe una ganancia de 32 centavos.

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar más investigación en diferentes edades de las truchas por lo que todas las etapas de producción no tienen el mismo comportamiento fisiológico bajo diferentes sistemas de producción.
- En caso de implementar el sistema de ambiente controlado (invernadero), es recomendable realizarlo con materiales de la zona, para reducir costos de producción, donde facilite realizar el manejo, alimentación y control sanitario de la especie.
- Es recomendable fomentar a los pequeños piscicultores de la zona a implementar técnicas y sistemas para optimizar recursos como: Económicos en la alimentación al reducir el tiempo a la cosecha y aprovechar la calidad de recursos hídricos en la zona.

BIBLIOGRAFÍA

Castelló, Francesc. *Piscicultura marina en Latinoamérica*. Bases científicas y técnicas para su desarrollo, Edicions de la Universitat de Barcelona - España. 2013, p. 35.

[Consulta: 17 de enero de 2019].

Disponible en: <http://www.publicacions.ub.edu/refs/indices/07798.pdf>

ECUADOR, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, (INAMHI). *Departamento Agrometeorológico*, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador, 2018.

[Consulta: 5 de mayo de 2019].

PERÚ, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, FONDEPES. *Manual de crianza de truchas en ambientes convencionales*, Primera Edición, Petit Tours N° 115-119, Lima- Perú, 014.

[Consulta: 20 de marzo de 2019]

Disponible en: https://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/MANUAL_TRUCHA.pdf

Imaki, Angel. *Apoyo japonés para la producción de alevines de trucha*. [En línea]. Cultivos controlados, UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO, Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición, Quito - Ecuador, 2007, pp. 25-26.

[Consulta: 20 de marzo de 2019]

Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10164/3/Acuacultura.pdf>

Kingston, Jamaica. *Report of the Latin America and Caribbean Regional Consultative Workshop on Securing Sustainable Small - Scale Fisheries, Bringing Together*, Roma 2011. p. 43. [Consulta: 17-de marzo de 2019]

Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3207e.pdf>

Lehninger, Nicolas. *Principles of Biochemistry*. [En línea]. New York, Estados Unidos: Worth Publishers, 2000.

[Consulta: 3 de abril de 2019]

Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cbf.1216>

Maraver, Luz. *El cultivo de la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss)*. Madrid - España, 2013. pp. 35-35.

[Consulta: 3 de abril de 2019]

Disponible en: <http://www.fundacionoesa.es/publicaciones>

Morales, Guido. *Influencia de la temperatura del agua sobre el comportamiento biológico de la trucha arco iris (oncorhynchus mykiss) producida en atillo GAD-Guamote*. [Tesis] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería Zootécnica, Riobamba - Ecuador, 2019.

Ocampo, Luis. *Diagnóstico del estrés en peces*, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México, 2008. p. 35.

[Consulta: 23 de abril de 2019]

Disponible en: <http://w.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/423/42330411/1>.

Oliva, Gloria. *Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arco iris*, Huancayo - Perú. 2011, p. 58.

GUATEMALA, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. *Manual Práctico para el Cultivo de Truchas Arcoíris*. Guatemala, 2014.

[Consulta: 20 de abril de 2019]

Disponible en: <http://www.fao.org/publications>

Orna, Edwin. *Manual de Alimento Balanceado para Truchas*. Elaboración y Formulación PRODUCE. Puna- Perú. 2010.

[Consulta: 10 de abril de 2019]

Disponible en: www2.produce.gob.pe/.../1/jer/...puno/ALIMENTO%20BALANCEADO.pdf

ROMA, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *Documento Técnico de Pesca*, Roma, 2008, p. 15.

[Consulta: 17 de marzo de 2019].

Disponible en: <http://www.fao.org/3/y5936s/y5936s00.htm>.

Perdomo, Daniel. *Efecto de la estrategia alimenticia en el desempeño productivo de la trucha arco iris (oncorhynchus mykiss)*, (Revista Científica), Volumen XXIII ISSN: 0796-2259 Maracaibo-Venezuela, 2013. p. 344.

[Consulta: 20 de marzo de 2019].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/959/95926991006.pdf>

Quiñonez, Edison. *Evaluación de la sobrevivencia de trucha arcoíris (oncorhynchus mykiss) en la etapa de engorde bajo un sistema con recirculación de agua en pimampiro imbabura* (Artículo Científico), Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Imbabura-Ecuador, 2017, pp. 32-33. 2017.

[Consulta: 22 de abril de 2019]

Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6454/2/ARTICULO.pdf>

Quispe, Mirian. *Evaluación comparativa de rentabilidad en el crecimiento de truchas Arco iris en jaulas flotantes bajo una alimentación comercial y otra la elaboración propia*, Universidad Nacional Jorge Basadre GROHMAN-TACNA, Puno– Perú, 2014, pp. 41-42.

[Consulta: 21 de abril de 2019]

Disponible en:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwig6c>

Ramírez, Wilfrido. *Manual Práctico para el Cultivo de Truchas Arco Iris*. Guatemala, 2012, p. 25.

[Consulta: 21 de junio de 2019]

Disponible en: www.fao.org/3/a-bc354s.pdf

Rodríguez, Enrique. *Escalas productivas y nivel de riesgo del producto de trucha*, PUNO-PERÚ. *Comuni@cción*, 2017, vol. 8, no 2, p. 81-93.

[Consulta: 6 de junio de 2019]

Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2219-71682017000200002&script=sci_arttext

Sánchez, Cistian. *Crianza y Producción de Truchas*, Lima – Perú, 2009. p. 5.

[Consulta: 21 de abril de 2019]

Disponible en:

www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/2802/3/huamani_aml.pdf

Yapuchura, Angélica. *Producción y comercialización de truchas en el departamento de Puno y nuevo paradigma de producción*. 2002.

[Consulta: 21 de abril de 2019]

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/54234209.pdf>

ANEXO 1: PESO INICIAL DE TRUCHAS ENGORDADAS EN LA UNIDAD PISCÍCOLA ATILLO, gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Total Tratam.	Media Tratam.
	I	II	III	IV		
Invernadero	118	120	116	120	474,00	118,5
Al ambiente	114	114	116	118	462,00	115,5
					936,00	117,00

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.Cal	F.Tab. 0,05	F. Tab. 0,01
Total	7	40,00				
Tratamientos	6	18,00	18,00	4,91	5,99	13,75
Error	1	22,00	3,67			
Coeficiente de variación						1,77

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (0,05)

Tratamientos	Repeticiones	Media de tratan.	Tukey
Invernadero	4	118,50	a
Al ambiente	4	115,50	a

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

ANEXO 2: PESO FINAL DE TRUCHAS ENGORDADAS EN LA UNIDAD PISCÍCOLA ATILLO, gramos.

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Total Tratam.	Media Tratam.
	I	II	III	IV		
Invernadero	367,28	365,40	363,00	368,17	1463,85	365,96
Al ambiente	329,48	335,88	329,33	326,39	1321,08	330,27
					2784,93	348,12

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

1. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.Cal	F.Tab. 0,05	F. Tab. 0,01
Total	7	2611,45				
Tratamientos	6	2547,80	2547,80	240,17	5,99	13,75
Error	1	63,65	10,46			
Coeficiente de variación						1,75

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

2. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (0,05)

Tratamientos	Repeticiones	Media de tratan.	Tukey
Invernadero	4	365,96	a
Al ambiente	4	330,27	b

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

**ANEXO 3: TALLA INICIAL DE TRUCHAS ENGORDADAS EN LA UNIDAD
PISCÍCOLA ATILLO, gramos.**

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Total Tratam.	Media Tratam.
	I	II	III	IV		
Invernadero	21,00	21,00	22,00	22,00	86,00	21,50
Al ambiente	21,00	22,00	21,00	21,00	85,00	21,25
					171,00	21,38

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.Cal	F.Tab. 0,05	F. Tab. 0,01
Total	7	1,88				
Tratamientos	6	0,13	0,13	0,43	5,99	13,75
Error	1	1,75	0,29			
Coeficiente de variación						1,17

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (0,05)

Tratamientos	Repeticiones	Media de tratan.	Tukey
Invernadero	4	21,50	a
Al ambiente	4	21,25	a

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

**ANEXO 4: TALLA FINAL DE TRUCHAS ENGORDADAS EN LA UNIDAD
PISCÍCOLA ATILLO, gramos.**

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Total Tratam.	Media Tratam.
	I	II	III	IV		
Invernadero	30,44	30,40	29,92	30,04	120,80	30,20
Al ambiente	28,88	27,83	28,88	28,09	113,68	28,42
					234,48	29,31

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.Cal	F.Tab. 0,05	F. Tab. 0,01
Total	7	7,42				
Tratamientos	6	6,35	6,35	35,44	5,99	13,75
Error	1	1,07	0,18			
Coeficiente de variación						0,78

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (0,05)

Tratamientos	Repeticiones	Media de tratan.	Tukey
Invernadero	4	30,20	a
Al ambiente	4	28,42	b

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

**ANEXO 5: GANANCIA DE PESO DELAS TRUCHAS ENGORDADAS EN LA UNIDAD
PISCÍCOLA ATILLO, gramos.**

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Total Tratam.	Media Tratam.
	I	II	III	IV		
Invernadero	249,28	245,40	247,00	248,17	989,85	247,46
Al ambiente	215,48	221,88	213,33	208,39	859,08	214,77
					1848,93	231,12

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.Cal	F.Tab. 0,05	F. Tab. 0,01
Total	7	2239,51				
Tratamientos	6	2137,50	2137,50	125,73	5,99	13,75
Error	1	102,00	17,00			
Coeficiente de variación						2,71

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (0,05)

Tratamientos	Repeticiones	Media de tratan.	Tukey
Invernadero	4	247,46	a
Al ambiente	4	214,77	b

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

**ANEXO 6: CONSUMO DE ALIMENTO DELAS TRUCHAS ENGORDADAS EN LA
UNIDAD PISCÍCOLA ATILLO, gramos.**

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Total Tratam.	Media Tratam.
	I	II	III	IV		
Invernadero	612,67	610,68	591,09	578,27	2392,71	598,18
Al ambiente	445,32	437,48	430,79	436,82	1750,41	437,60
					4143,12	517,89

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.Cal	F.Tab. 0,05	F. Tab. 0,01
Total	7	52488,44				
Tratamientos	6	51569,14	51569,14	336,58	5,99	13,75
Error	1	919,30	153,22			
Coeficiente de variación						5,44

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (0,05)

Tratamientos	Repeticiones	Media de tratan.	Tukey
Invernadero	4	598,18	a
Al ambiente	4	437,60	b

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

**ANEXO 7: CONVERSIÓN ALIMENTICIA DELAS TRUCHAS ENGORDADAS EN LA
UNIDAD PISCÍCOLA ATILLO, gramos.**

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Total Tratam.	Media Tratam.
	I	II	III	IV		
Invernadero	1,67	1,67	1,63	1,57	6,54	1,63
Al ambiente	1,35	1,30	1,31	1,34	5,30	1,33
					11,48	1,48

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.Cal	F.Tab. 0,05	F. Tab. 0,01
Total	7	0,20				
Tratamientos	6	0,19	0,19	138,98	5,99	13,75
Error	1	0,01	0,00			
Coeficiente de variación						0,31

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (0,05)

Tratamientos	Repeticiones	Media de tratan.	Tukey
Invernadero	4	1,63	a
Al ambiente	4	1,33	b

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

**ANEXO 8: MORTALIDAD DE LAS TRUCHAS ENGORDADAS EN LA UNIDAD
PISCÍCOLA ATILLO, gramos.**

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Total Tratam.	Media Tratam.
	I	II	III	IV		
Invernadero	0,00	0,00	0,00	4,00	4,00	1,00
Al ambiente	0,00	4,00	4,00	8,00	16,00	4,00
					20,00	2,50

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C. M.	F.Cal	F.Tab. 0,05	F. Tab. 0,01
Total	7	62,00				
Tratamientos	6	18,00	18,00	2,45	5,99	13,75
Error	1	44,00	7,33			
Coeficiente de variación						17,13

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY (0,05)

Tratamientos	Repeticiones	Media de tratan.	Tukey
Invernadero	4	1,00	a
Al ambiente	4	4,00	a

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

**ANEXO 9: TEMPERATURA DE LAS TRUCHAS ENGORDADAS EN LA UNIDAD
PISCÍCOLA ATILLO, gramos.**

<i>Día</i>	<i>Temperatura del agua</i>		<i>Peso del pez</i>		<i>Talla del pez</i>	
	<i>Invernadero</i>	<i>Ambiente</i>	<i>Invernadero</i>	<i>Ambiente</i>	<i>Invernadero</i>	<i>Ambiente</i>
10	111,33	94,33	133,22	130,73	22,06	21,92
17	80,00	64,33	155,33	150,18	23,07	22,86
24	80,33	69,00	162,98	156,97	23,50	22,81
31	76,67	59,67	176,82	167,77	23,50	23,12
38	78,67	62,00	192,17	176,02	24,20	23,46
45	79,00	58,33	219,94	202,45	25,36	23,88
52	77,33	56,00	232,75	210,59	25,52	24,04
59	76,00	54,67	240,68	219,39	25,53	24,04
66	77,00	55,33	257,56	235,38	25,70	24,19
73	76,33	56,33	286,32	260,82	26,73	25,31
80	75,67	54,33	318,73	287,73	27,80	26,68
87	74,00	52,33	365,96	330,27	30,20	28,42

Tratamientos	Fases fisiológicas	Peso, gr.	Talla, cm.	Sum. Temp, °C/día	Gan. Peso, gr.	Gan. Talla, cm.	Tiempo, días
Invernadero	Juveniles inicio	133,22	22,06				
	Juveniles final	219,94	25,36	506,00	86,72	3,30	45
	Truchas inicio	232,75	25,52				
	Truchas final	365,96	30,20	456,33	133,22	4,69	42
Al Ambiente	Juveniles inicio	130,73	21,92				
	Juveniles final	260,82	25,31	630,00	130,09	3,39	73
	Truchas inicio	287,73	26,68				
	Truchas final	330,27	28,42	106,67	42,54	1,74	14

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

Estadística Descriptiva

	Invernadero	Ambiente
Media	11,06	8,47
Error típico	0,06	0,10
Mediana	11,00	8,33
Moda	11,33	8,33
Desviación estándar	0,56	0,92
Varianza de la muestra	0,31	0,85
Curtosis	0,35	(0,66)
Coefficiente de asimetría	0,06	0,28
Rango	3,00	3,67
Mínimo	9,67	6,67
Máximo	12,67	10,33
Suma	962,33	736,67
Cuenta	87,00	87,00

Homogeneidad de varianzas

Prueba F para varianzas de dos muestras

	Ambiente	Invernadero
Media	8,47	11,06
Varianza	0,85	0,31
Observaciones	87,00	87,00
Grados de libertad	86,00	86,00
F	2,71	**
P(F<=f) una cola	0,00	
Valor crítico para F (una cola)	1,43	

Las varianzas son diferentes

Prueba de T-Student

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales

	Invernadero	Ambiente
Media	11,06	8,47
Varianza	0,31	0,85
Observaciones	87,00	87,00
Diferencia hipotética de las medias	-	
Grados de libertad	142,00	
Estadístico t	22,41	**
P(T<=t) una cola	0,00	
Valor crítico de t (una cola)	1,66	
P(T<=t) dos colas	0,00	
Valor crítico de t (dos colas) 0,05	1,98	
Valor crítico de t (dos colas) 0,01	2,61	

Las diferencias son altamente significativas

Realizado por: (Morales, Guido 2019).

**ANEXO 10: ANÁLISIS DE BENEFICIO/COSTO DE LAS TRUCHAS ENGORDADAS
EN LA UNIDAD PISCÍCOLA ATILLO, gramos.**

<i>Gastos</i>						
Detalles	Unidad	Cantidad	Costo Tot.	Costo Unit	VUP.	
					Inver.	Ambt.
Saca	mes				8	12
Costos de Producción						
Equipos						
Termómetro ambiental		1	8	0,009	0,071	0,107
Balanza digital		1	12	0,005	0,043	0,064
Regla de madera		1	3	0,002	0,016	0,024
Materiales de construcción						
Invernadero		40	50		0,0047	
Insumos (5%)			5		0,085	0,050
Truchas Juveniles		100	0,24	0,24	0,240	0,240
Mano de obra	Jornal	1	13	0,032	0,256	0,384
Alimentación	Saca	1,00			0,38	0,31
					1,092	1,182
Beneficios						
Peso saca	kg				0,36596	0,33027
Precio Venta	kg	1	\$ 4,00		\$ 1,46	\$ 1,32
Beneficio / Costo					1,34	1,12

Realizado por: (Morales, Guido 2019).