

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* en alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la Estación Pesquemos, Mutiscua, Norte De Santander.

Jorge Andrés González Albarracín

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Zootecnia

Pamplona

2019

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitumii*

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* en alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la Estación Pesquemos, Mutiscua, Norte De Santander.

Jorge Andrés González Albarracín

Trabajo de Grado presentado Como Requisito Para Optar Al Título De Zootecnista

Camilo Ernesto Guerrero Alvarado

Zootecnista, Ph.D. en Acuicultura

Tutor de Tesis

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Zootecnia

Cúcuta

2019

Nota de aceptación:

Jurado

Jurado

Jurado

Pamplona, 21 de diciembre de 2019

DEDICATORIA

*A Dios, por permitirme culminar este proceso,
A mis padres, quienes siempre han estado a mi lado, gracias por su compañía...*

A mi familia por su apoyo ánimo y comprensión...

Mariana mi Motor (Hija).

Jorge Daniel e Isabella (Hermanos).

Agradecimientos

El autor de la presente investigación expresa sus agradecimientos a:

A Dios porque todo lo es.

A Néstor Álvarez y su equipo de trabajo que apoyaron en el préstamo de sus instalaciones y colaboraron con sus aportes para el estudio de esta investigación.

A mi director y Maestro Dr. Camilo Ernesto Guerrero Alvarado por guiarme, apoyarme y colaborar mediante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A la Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias Agrarias, programa de Zootecnia, por las enseñanzas, el ánimo, el apoyo y por indicarme el camino y acompañarme durante el proceso de formación como Zootecnista.

Resumen

La presente investigación evaluó los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* en alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) teniendo en cuenta parámetros productivos, también fue analizada la tasa de conversión económica, para determinar cuál de los sistemas de alimentación era más eficiente. El experimento fue realizado en la estación Pesquemos, Mutiscua, Norte de Santander, Colombia. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con dos (2) tratamientos (sistemas de alimentación) uno *Ad libitum* y otro con tablas nutricionales y tres (3) repeticiones. Se utilizaron un total de 6 unidades experimentales (tres tanques por tratamiento), cada tanque con 1.377 alevinos de trucha, para un total de 4.130 peces por tratamiento. Los alevinos de trucha arcoíris (*O. mykiss*) tenían un peso promedio inicial de $0,66 \pm 0,1$ gramos, todos obtenidos de un mismo desove. Fueron utilizados 6 tanques de concreto, cada uno con dimensiones de 4 metros de largo, 0,60 metros de ancho y 0,65 metros de altura, con un volumen útil de 1.560 litros (1,13 litros/alevino). Se puede concluir que el sistema de alimentación mediante el uso de tablas de biomasa en alevinos de trucha arcoíris (*O. mykiss*) mejora la tasa de conversión económica, la ganancia de peso y disminuye la conversión alimenticia, sin afectar las tasas sobrevivencia, por lo tanto; es el sistema que se debería ser más utilizado por los truchicultores.

Abstract

The present investigation evaluated the feeding systems under the use of nutritional tables and *Ad libitum* in rainbow trout fry (*Oncorhynchus mykiss*) taking into account productive parameters, the economic conversion rate was also analyzed, to determine which of the feeding systems was more efficient. The experiment was carried out at the Pesquemos fish farming, in Mutiscua, Norte de Santander, Colombia. A completely randomized experimental design was used, with two (2) treatments (feeding systems) one *Ad libitum* and another with nutritional tables and three (3) repetitions. A total of 6 experimental units (three tanks per treatment), each tank with 1,377 trout fry, were used for a total of 4,130 fish per treatment. Rainbow trout fry (*O. mykiss*) had an initial average weight of 0.66 ± 0.1 grams, all obtained from the same spawning. Six (6) concrete tanks were used, each with dimensions of 4 meters long, 0.60 meters wide and 0.65 meters high, with a useful volume of 1,560 liters (1.13 liters / fish). It can be concluded that the feeding system through the use of biomass tables in rainbow trout fry (*O. mykiss*) improves the economic conversion rate, weight gain and decreases food conversion, without affecting survival rates, so much; It is the system that should be used more by the fish farming of trout.

Tabla de Contenidos

Introducción.....	1
1 planteamiento del problema.....	3
1.1 Antecedente	4
2 Justificación	5
3 Objetivos.....	7
3.1Objetivo general.....	7
3.2 Objetivos específicos	7
4 Hipótesis	8
4.1 Hipótesis nula	8
4.2 Hipótesis alternativa.....	8
5 Marco teórico	9
5.1 La acuicultura	9
5.2 Morfología.....	10
5.2.1 Tamaño	11
5.2.2 Distribución y ecología	12
5.2.3 Nutrición.....	13
5.3 Manejo del agua.....	16
5.3.1 Calidad y cantidad.....	16
5.3.2 Componentes para medir la calidad del agua	17

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*

5.3.2.1 Medición de la temperatura	17
5.3.2.2 Medición de pH.....	17
5.3.2.3 Medición del oxígeno.....	17
5.3.3 Medición de la cantidad de agua.....	17
5.4 Instalaciones en los diferentes sistemas de producción	18
5.4.1 Sistema de incubación:	19
• 5.4.1.1 bandejas o pilas de incubación.....	19
• 5.4.1.2 incubadoras californianas	20
• 5.4.1.3 Armario americano.....	21
• 5.4.1.4 Jars.....	22
5.4.2 Estanques de alevinos	23
5.4.3 Estanques de engorde.....	23
5.4.4 Jaulas en lagos	24
5.5 Etapas de cultivo en truchas	24
5.5.1 Alevinaje	24
5.5.2 Juvenil	24
5.5.3 Engorde	25
5.6 Manejo de alevinos en truchas.....	25
5.6.1 transporte de alevinos.....	26
5.6.2 Siembra de alevinos	27
5.6.3 Alimentación de alevinos	28
5.6.4 Clasificación de alevinos.....	29
5.7 Marco Legal.....	31

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*x

5.7.1 Normatividad (Leyes y Resoluciones)	31
6 Metodología	32
6.1 Lugar de investigación	32
6.2 Manejo.....	34
6.3. Tipo de alimento y sistemas de alimentación utilizados	35
6.3.1 Tipo de alimento	35
6.3.2 Sistema de alimentación	37
6.4 Toma de datos.....	38
6.5 Análisis estadístico.....	38
6.6 Análisis económico	39
7 Resultados y Discusión	40
7.1 Desempeño productivo y tasa de sobrevivencia.....	40
7.2 Analisis economico	42
7.3 Parámetros de calidad de agua.....	43
8 Conclusiones	45
Recomendaciones	46
Referencias	47

Lista de tablas

Tabla 1. Medidas de alimentación para la especie <i>Oncorhynchus mykiss</i> para determinar la ganancia de peso/día.	14
Tabla 2. Calidad del agua	16
Tabla 3. Caudal necesario para mantener 2.000 alevinos de distintos tamaños	26
Tabla 4. Dimensión de los alevinos y número por metro cuadrado.....	27
Tabla 5. Frecuencia alimenticia diaria para salmónidos.....	28
Tabla 6. Tabla de alimentación para trucha arcoíris (<i>O. mykiss</i>).....	29
Tabla 7. Composición proximal garantizada del alimento balanceado de iniciación para alevinos de <i>O. mykiss</i> utilizado durante el experimento.	36
Tabla 8. Plan de alimentación para alevinos de trucha (<i>O. mykiss</i>) durante la etapa de iniciación (pesos promedio entre 0,5 y 6,5 gramos).	37
Tabla 9. Toma de información de alevinos	38
Tabla 10. Índices de desempeño productivo de alevinos de trucha arcoíris (<i>O. mykiss</i>) mantenidos bajo dos sistemas de alimentación (<i>ad libitum</i> y por tabla para cálculo de la biomasa).....	40
Tabla 11. Costo promedio por kilogramo de dieta y tasa de conversión económica (TCE) de la etapa de iniciación de alevinos de trucha arcoíris (<i>O. mykiss</i>) alimentados bajo dos sistemas de alimentación (<i>ad libitum</i> y por tabla de biomasa).....	42
Tabla 12. Guía de Truchicultura - Itacol.....	44

Lista de figuras

Figura 1. Morfología trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).	10
Figura 2.Ciclo biológico de la trucha arco iris anadroma.	13
Figura 3.Fases de desarrollo de la trucha arco iris.	15
Figura 4.La medición de la cantidad de agua en el estanque.	18
Figura 5. Rio donde ingresa a la producción de truchas	19
Figura 6.Pila con rejilla de incubación.....	20
Figura 7. Instalación de incubadoras californianas.	21
Figura 8. Armario americano.....	22
Figura 9.Modos jars	23
Figura 10.Bolsa de empaque para transporte de alevinos.	27
Figura 11. La estacion Pesquemos del municipio de Mutiscua de Norte de Santander.....	32
Figura 12.La maqueta de la estación pesquemos.....	33
Figura 13.Alimento balanceado de Italcol trucha de inicio	36

Introducción

La acuicultura, desde hace mucho tiempo, es una de las esperanzas del mundo en su misión por producir proteína de alta calidad a precios bajos y se constituye en una fuente alternativa para la seguridad alimentaria mundial y a su vez, como una actividad generadora de empleo e ingresos (Nariño, 2010). La industria truchicola viene presentando un crecimiento moderado en todos los países de América Latina, con excepción de Chile (Possebon-Cyrino et al., 2004) que mostró un crecimiento espectacular entre 1993 y 2003.

Desde hace mucho tiempo se han generado inconvenientes a la hora de la alimentación en las explotaciones truchícolas, ya que por malos manejos y la mala asistencia técnica los productores no miden las cantidades de alimento que suministran a sus peces y por ende acarrear en pérdidas económicas.

Esta investigación surge en consecuencia de los malos manejos en los suministros del alimento ya que no se tiene un control exacto de las cantidades que proporcionan por etapas; la estrategia a usar es evaluar dos sistemas (por tablas alimenticias y *ad libitum*), para así identificar cual es más efectivo y rentable para esta explotación pecuaria.

Durante los años la producción de trucha ha tenido un crecimiento no tan grande, ya que tiene mucho más potencial y oportunidades para expandirse (FAO, 2004).

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*²

La falta de tecnologías y asistencias técnicas pueden presentar altos costos de producción como son algunos de los problemas que tiene esta cadena. Por consecuencia al disminuir los costos de producción se aumenta la rentabilidad en el sistema, Según la FAO el máximo aprovechamiento de una dieta balanceada completa, solamente será alcanzada si el alimento es consumido en su totalidad por los peces. Este proyecto propone para racionalizar la cantidad de concentrado para disminuir los costos de producción (FAO, 2006).

La acuicultura ofrece oportunidades para explotación ya que, en todo el mundo de miles de hectáreas de aguas aptas para su proceso, de las cuales se están utilizando sólo un 10% de estas, lo que llevaría la doble captura de peces en menos tiempo. Debemos tener en cuenta que la carne de pescado es una fuente de alta calidad proteínica, parecido al pollo y superior al de la carne roja. La proteína de pescado contiene todos los aminoácidos esenciales igual que las proteínas de la leche, los huevos (FAO, 2008).

Es de mayor importancia mirar las diferentes fases para iniciar un proyecto, como la ubicación del lugar donde se va a realizar la producción, la calidad y cantidad de agua, el diseño de la infraestructura, la clasificación y manejo de reproductores, la obtención de alevinos, levante, ceba de animales, procesamiento y finalmente la comercialización o exportación.

1 Planteamiento del problema

En la estación acuícola Pesquemos localizada en el municipio de Mutiscua norte de Santander, podemos evidenciar que la única fuente de alimentación que es suministrada a los peces, es un alimento artificial de origen exógeno el cual es la única fuente nutricional a la que acceden los peces, debemos enfatizar hoy por hoy existen alimentos concentrados debidamente balanceados que cumple con la función de llenar las necesidades nutricionales de la trucha como lo es en este caso, las cuales buscan lograr un buen desarrollo y crecimiento del animal de manera óptima y rápida. Por lo tanto, el correcto suministro del alimento junto con un adecuado manejo son aspectos de suma importancia que no se deben subestimar. Las faltas en las dietas, usualmente son atribuidas a una incorrecta formulación y al mal racionamiento del alimento los cuales han sido a menudo el problema de altos costos de producción, mantenimiento de instalaciones y alteración en la calidad del agua en este sistema de producción (FAO, 2014)

1.1 Antecedentes

En Colombia los departamentos donde presenta más producción de trucha son Antioquia, Boyacá y Cundinamarca, y representaron el 78 por ciento de la producción en el año 1999. Con el tiempo se ha ido expandiendo a Cauca, Huila, Nariño, Santander, Norte de Santander y Quindío entre otros. El área aproximada es de 15 hectáreas y los cultivos se realizan en diferentes modos recubiertos con geomembrana, estanques en tierra o revestidos en concreto. El agua obtenida de los ríos por ese motivo viene por gravedad y en mayor cantidad. Se utilizan alimentos concentrados del 48 por ciento para iniciación y del 45 por ciento de proteínas con o sin pigmento y no se utilizan fertilizantes. En la década de los años 30 es donde se introduce la Truchas a Colombia para re poblamiento. En la actualidad ellas se las encuentra más en tierras frías, las ovas son importadas desde Estados Unidos ya que son su origen correspondiente, los alevinos que utiliza la industria de Colombia ya que ellas tienen un buen crecimiento y desarrollo más rápido a causa de que han hecho mejoramiento en la genética de ellas (FAO, 2017).

La acuicultura ha ido evolucionando donde han ido creando nuevas opciones para las diferentes etapas de producciones como lo es la cría y el levante de peces. El mejoramiento de la acuicultura en su producción varia en diferentes disciplinas donde se trabajó por la parte de la fisiología, genética en otras cosas también seria en la parte ambiental como el estudio limnológico del sistema de cultivo y los períodos de vida de los organismos que componen el alimento (Hepher, 1993).

2 Justificación

El sistema de alimentación de alevinos de trucha busca generar una respuesta máxima en términos de eficiencia alimenticia, óptimo desarrollo y reducción de los costos de producción; Es esencial evitar las pérdidas de alimento en el agua, por mal cálculo de la cantidad de ración necesaria por día.

El beneficio de una dieta alimenticia completa para truchas, solamente será alcanzado si el alimento es ingerido en su totalidad por los alevinos en un tiempo determinado. Para no olvidar las dificultades de la dispersión y la solubilización de los alimentos balanceados en el agua, es esencial que el estado en que el alimento continúe en el agua sea el mínimo y que su alimento sea presentado a los peces en manera física correcta; de tal manera que el trabajo que se realice a diario sea para originar una respuesta máxima de alimentación, eficiencia alimenticia, un óptimo desarrollo y reducir los costos de producción.

Es de gran importancia que el alimento esté formulado y enseñado de tal manera que aporte un enorme de eficiencia en la producción al mínimo costo. El alimento que se le suministra a la trucha y el precio en el mercado de la carne de trucha viene a ser menos. Con el fin de proporcionar el alimento adecuado en cantidad y calidad para evitar pérdidas económicas, avalando un rápido crecimiento, bajando la mortalidad y mejorando la relación costo–beneficio. Para lograr determinar la alimentación adecuada con la cual se obtengan truchas uniformes,

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*

resistentes y en un menor tiempo, se maximice la productividad y mejore la rentabilidad de la estación.

Se pudo observar en el presente análisis la posibilidad que tiene para demostrar la propuesta a evaluar los dos sistemas de alimentación, donde la intención es renovar el proceso del sistema productivo de la trucha, la ayuda mutua del productor mejoraría y avance tecnológico, calidad en cuidado y manejo de la trucha. A causa de que el alimento y los costos de alimentación generalmente constituyen los costos de operación más altos en la producción de trucha.(Cho, Bureau, Cowey, & Watanabe, 1997).

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*⁷

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* en alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la estación Pesquemos, Mutiscua, Norte de Santander.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar los sistemas de alimentación mediante tablas nutricionales y *ad libitum* en alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) teniendo en cuenta parámetros productivos.
- Analizar cuál de los sistemas de alimentación es más efectivo basado en los costos de producción.

4 Hipótesis

4.1 Hipótesis nula

Ninguno de los dos sistemas de alimentación tendrá influencia en los parámetros productivos de la trucha arcoíris.

4.2 Hipótesis alternativa

Al menos uno de los dos sistemas de alimentación tendrá influencia sobre los parámetros productivos de la trucha arcoíris.

5 Marco teórico

5.1 La acuicultura

La acuicultura en Colombia es el cultivo de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas. La actividad que se realiza en el cultivo involucra la intervención del hombre en el proceso de cría para aumentar la producción en operaciones como la alimentación, la siembra, la protección de los depredadores.(Cárdenas, 2004); (Montaña, C A, 2009).

Según la historia del Monasterio de Piedra se logró deducir que la producción de huevos de trucha arco iris se inició en España en la temporada de 1889-90, seguramente tras la cría de huevos provenientes del centro ictiológico de Alsacia, que a su vez habría obtenido sus reproductores de huevos provenientes de Estados Unidos. La edificación de los lugares estatales de repoblación se mantiene en varias épocas del sigloXX, hasta que en la segunda mitad del siglo XX el ICONA, el Instituto para la Conservación de la Naturaleza, dispone de una treintena de centros diseminados por toda la geografía española, dedicados en su mayoría a la reproducción y cría de salmónidos con fines de repoblación. Estas sedes fueron trasladadas a las Comunidades Autónomas en la década de los años 90 (Blanco, M. C., 1976) (Montaña, C A, 2009).

La acuicultura en Colombia llega a finales de la década de los años 30 cuando se introdujo al país la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* para re poblamiento de aguas de uso público en la

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*10 zona Andina, específicamente en el Lago de Tota en Boyacá, con fines de pesca deportiva. (Roldan, L. D.; Salazar, M; Tejada, M; 2001)(Montaña, C A, 2009).

En Colombia la acuicultura ha tenido una evolución acelerada en los últimos años y su producción ha ido creciendo de 1.256 toneladas en 1986 a 51.376 toneladas en 1999. En los años de 1998 el cultivo de trucha fue de 6.241 toneladas con un área estimada para su producción de 70 hectáreas. En este momento Colombia produce anualmente tan solo cerca de 15.000 toneladas de trucha con un área estimada de 150.000 hectáreas(Salazar, G. A.; 2001) (Montaña, C A, 2009).

5.2 Morfología

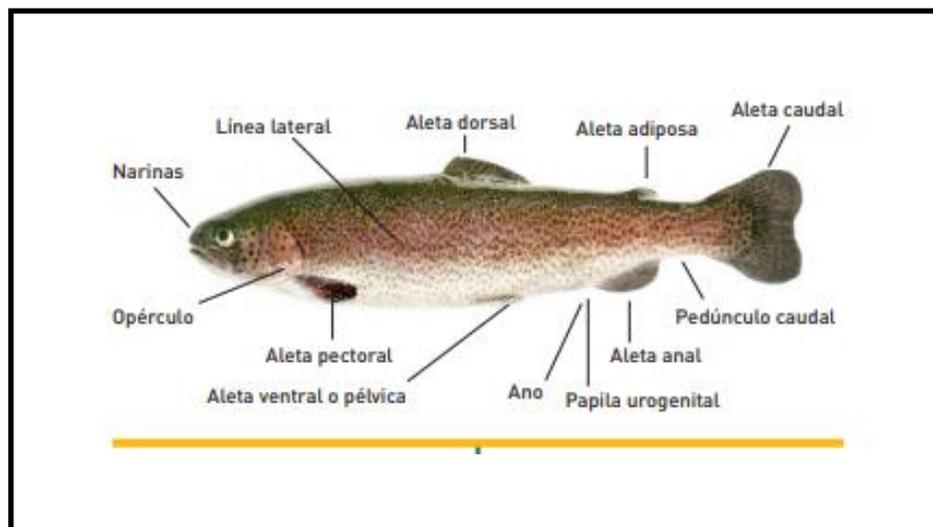


Figura 1. Morfología trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). (Maraver, 2013).

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* 11

La trucha arco iris presenta un cuerpo alargado y fusiforme, con 60- 66 vértebras, 3-4 espinas dorsales, 10-12 radios blandos dorsales, 3-4 espinas anales, 8-12 radios blandos anales y 19 radios caudales. Como todos los salmónidos, tiene una aleta adiposa, generalmente con un borde negro. Una banda irisada rosácea longitudinal le marca los flancos. Por encima de ella es de color azul a verde, por debajo el vientre es color gris plateado o blanquecino (Maraver, 2013).

Las características sexuales en el macho como lo es la banda irisada se volverá más brillante y la mandíbula inferior será más pronunciada hacia arriba. Las características en las hembras presentarán el vientre abultado y el orificio genital aparecerá hinchado y con una coloración rojiza. Su coloración varía con el tamaño, condición sexual y hábitat. Los que habitan en ríos y los reproductores suelen ser de una coloración más oscura y de colores más intensos que los que habitan en los lagos, que tienden a tonos más plateados y brillantes. Unos puntos negros de forma estrellada marcan el cuerpo, la cabeza y las aletas dorsal, anal y caudal. Ellos presentan la ausencia de dientes hioides es una peculiaridad importante de los “cut throat”, una de las líneas de arco iris (Maraver, 2013).

5.2.1 Tamaño

Las formas de la trucha arcoíris pueden alcanzar los 4,5 Kg en 3 años, a diferencias de las truchas que están en lagos o mar pueden llegar a los 7-10 Kg. La velocidad máxima es de 5 m/s, pero ellos se desplazan pausadamente para no gastar su energía rápidamente. Los movimientos que ellos realizan en S gracias a la aleta caudal, también su movimiento es facilitado por los músculos de la cola, que le permite avanzar o recular. Se paran desplegando las aletas pares y

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*¹²

cambian de dirección gracias a las pectorales. Pueden realizar saltos de hasta un metro (Maraver, 2013).

5.2.2 Distribución y ecología

La trucha es de aguas frías y es capaz de ocupar hábitats muy diversos. La trucha arco iris es una especie de origen de América del Norte, de los cursos de agua de la costa oeste, desde Alaska hasta México. Las truchas arcoíris “steelhead” son anádromas que viven en el océano, pero ellos desovan en la grava de ríos o arroyos donde se presente corrientes rápidas, pero también hay se encuentran líneas que habitan en los lagos de manera permanente. La temperatura que puede soportar esta especie es de un rango de temperaturas (de 0 a 27 °C), pero el desove y el crecimiento lo realizan en una temperatura de un rango (de 9 a 14 °C). Una de las cosas en la que influyen en el crecimiento y la maduración es la temperatura y la disponibilidad de alimento, por lo que la edad de maduración puede variar. En el río las truchas silvestres se alimentan de insectos terrestres y acuáticos, moluscos, huevos de peces y peces pequeños, así como camarones y crustáceos de agua dulce.(Maraver, 2013).

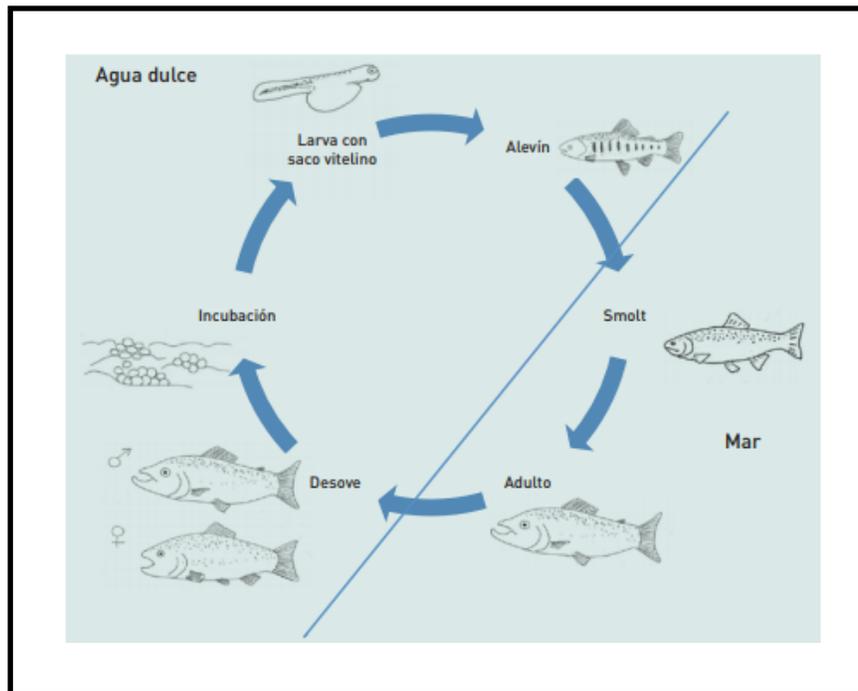


Figura 2. Ciclo biológico de la trucha arco iris anádroma.

(Maraver, 2013).

5.2.3 Nutrición

La trucha es carnívora, se traga a sus capturas enteras. Ella cuando sale de su escondite se alimenta de invertebrados y de pequeños peces que son capturados en el agua, pero también de algunos terrestres. Come insectos, camarones, peces pequeños, renacuajos, crustáceos, gusanos (Maraver, 2013).

Las dietas para las larvas de *Oncorhynchus mykiss* el requerimiento de proteína y contenido energético debe ser mayor. El alimento para alevinos de *Oncorhynchus. mykiss* debe ser alrededor del 50% de proteína y 15% de grasa; el alimento para alevinos mayores debe contener 40% de proteína y 10% de grasa. La porción de alimento varía dependiendo del tamaño del pez a

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*14 causa de la temperatura que obtuvo en el agua. Temperaturas menores de 3°C los individuos necesitan de 0.5-1.8% del peso corporal/día reflejando en una baja transformación alimenticia. En temperaturas por superiores de 3°C el metabolismo se aumenta con la temperatura hasta aproximadamente 18.2°C. Las temperaturas apropiadas para el desarrollo del alevino deben de estar entre los 12.7-18°C, donde los ajustes de alimentación pueden llegar a los máximos niveles (1.5-6% del peso corporal/día). Debido a que las altas tasas metabólicas los alevinos requieren mayor cantidad de alimento con respecto a su peso corporal que los individuos juveniles y adultos(Hinshaw, 1999); (Montaña, C A, 2009).

*Tabla 1. Medidas de alimentación para la especie *Oncorhynchus mykiss* para determinar la ganancia de peso/día.*

Temperatura en grados centígrados					
Numero/lb	11-12	13-14	14-15	16-17	18-19
1500	5	5.5	6.1	6.6	6.9
1200	5.2	5.9	6.5	6.9	7.1
600	5.1	5.8	6.2	6.5	6.8
300	5	5.6	5.8	6.1	6.3
200	4.8	5.2	5.4	5.7	5.8
100	4.6	4.8	5.0	5.4	5.5

Nota: (Hinshaw, 1999);(Montaña, C A, 2009).

5.2.3 Reproducción

Cuando se acerca el desove las hembras presentan el vientre más abultado, con un ano sobresaliente y enrojecido. Los machos oscurecen y adelgazan, el maxilar inferior se encorva en los más viejos y se tornan violentos. Cada macho produce unos 25 millones de espermatozoides. La hembra cava un agujero y libera unos 2000 óvulos por kg peso. Los huevos son aparentemente grandes, de 3 a 6 mm de diámetro. Esta medida está relacionada con el tamaño de las hembras y no con la edad. El macho los fertiliza inmediatamente, la hembra cubre el agujero y los abandona. Los huevos eclosionan después un mes aproximadamente. La época de desove de arco iris es de diciembre a mayo, pero no en todas las especies y subespecies se presentan de esta misma manera ya que esto es debido a limitantes como lo son la raza, el clima, el estado sanitario, la turbidez del agua todas estas limitantes pueden retrasar el desove.

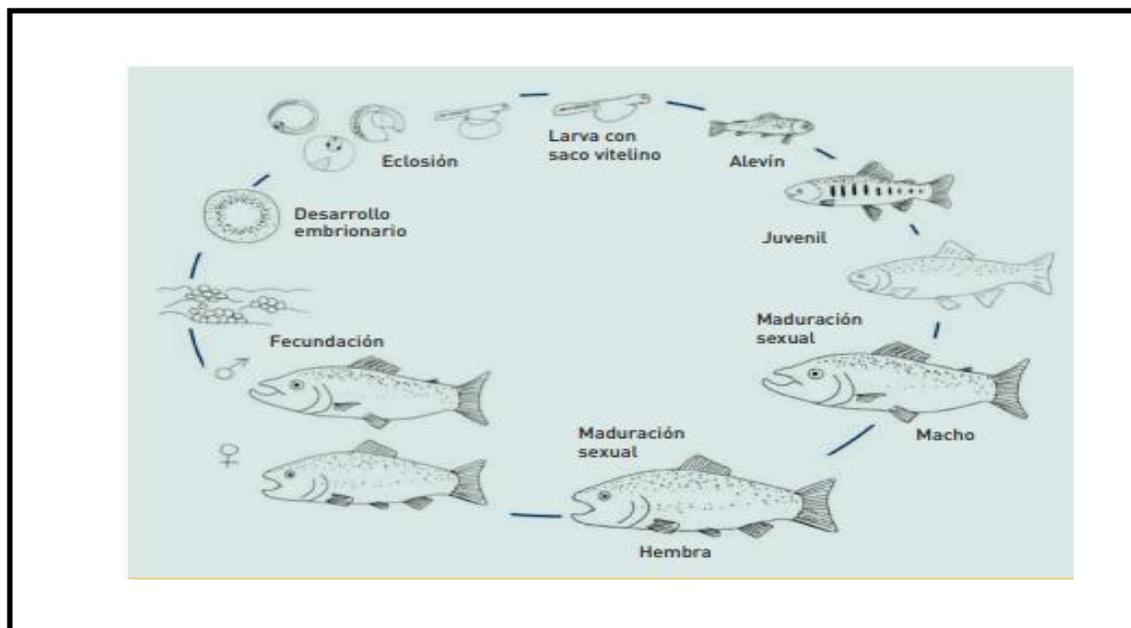


Figura 3. Fases de desarrollo de la trucha arco iris. (Maraver, 2013).

5.3 Manejo del agua

5.3.1 Calidad y cantidad

Uno de los puntos importantes para un proyecto de truchas es el agua, ya que esta tiene que tener ciertas condiciones como lo es en calidad y cantidad. En relación con la calidad, es muy imprescindible buscar una fuente de agua limpia, sin contaminación y con poco sedimento. La Tabla 2 muestra un resumen de las características principales de la disposición del agua para el cultivo de trucha. La temperatura del agua es muy importante porque regulariza el desarrollo de los peces, ya que estos no son capaces por su propio cuerpo para regular su temperatura corporal. Si ellos llegan a presentar temperatura muy baja el desarrollo será muy lento, cuando presentan temperaturas más altas el desarrollo el pez va hacer más rápido. Otro factor importante para tener en cuenta aparte de la temperatura es el oxígeno disuelto en el agua, pues a temperaturas altas, el oxígeno disuelto es menor que a temperaturas bajas. (FAO, 2014).

Tabla 2. Calidad del agua

Parámetros	Rango	Optimo
Oxígeno(mg/L)	7,5 a 12,0	8,5
Temperatura (°C)	13,0 a 18,0	15,0
pH	6,5 a 8,5	7,0

Nota: (FAO, 2014)

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*¹⁷

5.3.2 Componentes para medir la calidad del agua

5.3.2.1 Medición de la temperatura

Para este procedimiento se debe tomar tres controles de temperatura 6, 12 y 18 horas para sacar un estimado de los tres horarios y tener un referencia más real de la temperatura diaria del agua para esto nos ayudamos un termómetro de vidrio o digital con una escala de 0 a 30 grados, el cual marcará la temperatura en grados centígrados, así podremos llevar un control ordenado (FAO, 2014).

5.3.2.2 Medición de pH

Es importante el uso de las tiras de medición de pH, estas se pueden adquirir en agro servicios. Su uso es muy cómodo, se introduce la tira de medición en el agua y se compara el color obtenido con los colores del instructivo para determinar el pH del agua. (FAO, 2014).

5.3.2.3 Medición del oxígeno

Es muy fundamental el tener el oxímetro, ya que la trucha tiene requerimientos muy altos de oxígeno, si no hay una buena cantidad de oxígeno disuelto en el agua, las truchas pueden enfermarse o incluso pueden morir. (FAO, 2014).

5.3.3 Medición de la cantidad de agua

El caudal es el volumen de agua por unidad de tiempo que circula por un río o corriente de agua, se mide usualmente en m^3/s en este caso es de mucha importancia debido a que este está correlacionado directamente con el nivel de oxígeno disponible para las truchas y con la

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*18 densidad de carga. Figura 4. Muestra lo que es recomendable para tomar las medidas en metros, para que el resultado sea en metros cúbicos (FAO, 2014).

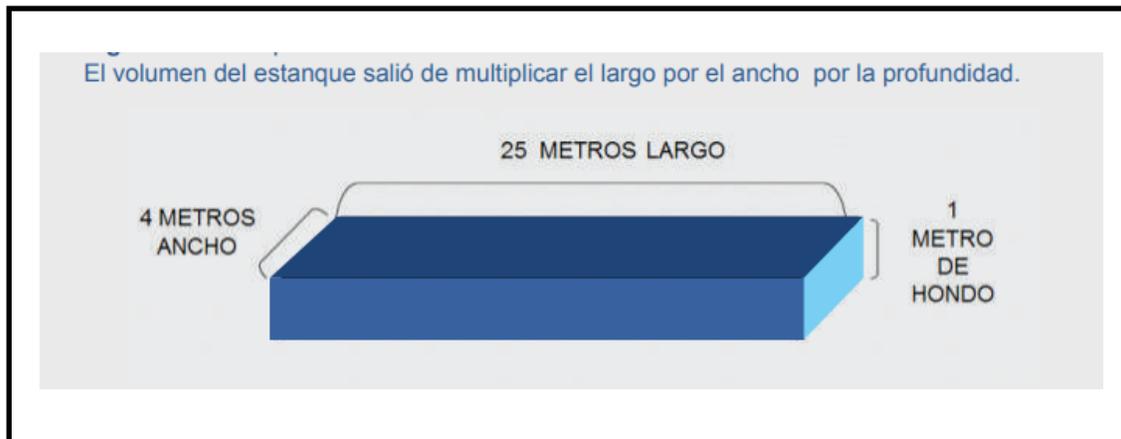


Figura 4. La medición de la cantidad de agua en el estanque.
(FAO, 2014).

5.4 Instalaciones en los diferentes sistemas de producción

Las fases del proceso de producción pueden realizarse en instalaciones en tierra de agua dulce. Los peces con de tamaño más grande pueden criarse en jaulas en lagos o en el mar. El lugar debe ser adecuado a lo que las truchas están acostumbradas a tener agua constante durante todo el año. Generalmente las instalaciones captan agua de río, a pesar de que esta es la fuente de agua más variable, si la comparamos con el mar o el manantial. Puede cambiar su turbidez, su caudal, temperatura, etc. Los lugares con agua constante son los manantiales y muy limpios son una fuente en general más segura, aunque escasa, por lo que se utilizan para instalaciones de incubación (Maraver, 2013).

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*¹⁹

La diferencia entre un agua superficial y agua de manantial es que el manantial no soporta los cambios de temperaturas como el agua superficial. La construcción para tener estanques debe presentarse un desnivel en el terreno donde se realice movimientos en los tanques y se oxigene el agua y pueda transcurrir por los canales y estanques en el que se encuentran los peces y luego la finalidad del agua es volver a llegar al río (Maraver, 2013).



Figura 5. Río donde ingresa a la producción de truchas

(Maraver, 2013).

5.4.1 Sistema de incubación:

- 5.4.1.1 bandejas o pilas de incubación

Es el lugar donde se crían durante varios meses, se colocan rejillas en su interior para que el agua pueda circular de abajo hacia arriba. Cuando los alevinos nacen ellos son colados en los agujeros y caen al fondo de la pileta (Maraver, 2013).

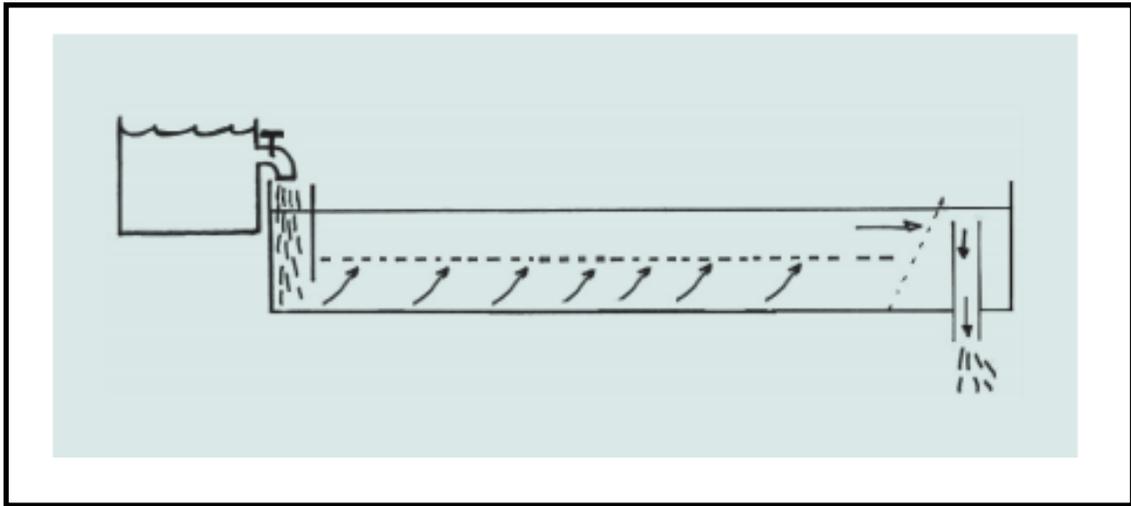


Figura 6. Pila con rejilla de incubación

(Maraver, 2013).

- 5.4.1.2 incubadoras californianas

Son bateas horizontales donde se pueden tener de 4-8 bandejas para que el agua entre a presión desde la parte inferior para luego salir el agua por la parte de atrás de la batea. Las bandejas contienen entre 1 a 2 litros de ovas. Los beneficios de este sistema es que en el momento en que nacen la bandeja se gira y hace que el agua entre de arriba hacia abajo y hace que se alimenten los peces en el interior (Maraver, 2013).

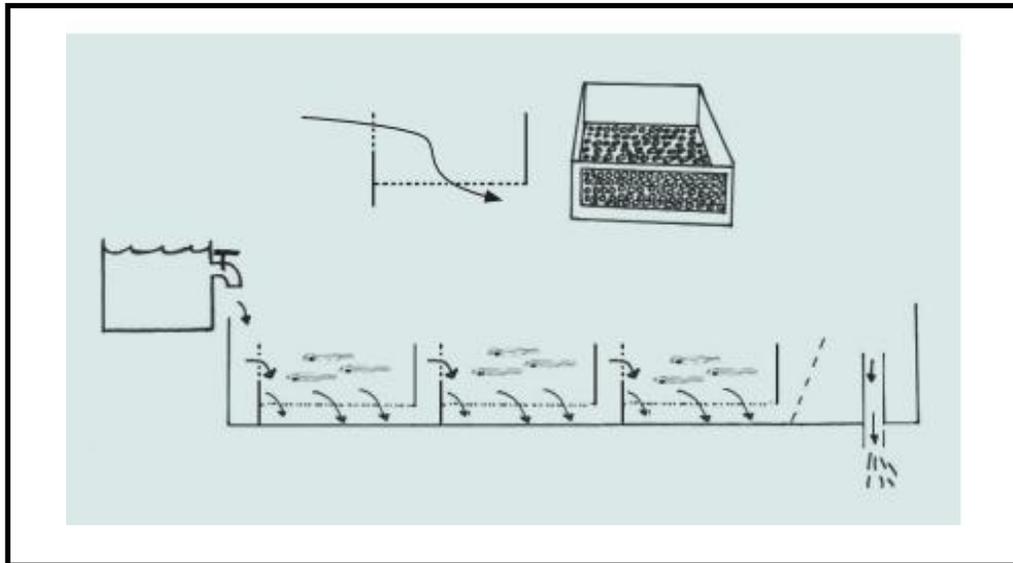


Figura 7. Instalación de incubadoras californianas.

(Maraver, 2013).

- 5.4.1.3 Armario americano

Es una incubadora donde se encuentran varias rejillas el movimiento del agua empieza de arriba hacia abajo y permite que se puedan cultivar varios huevos dependiendo del caudal del agua, por lo que cuando es necesario recircular para calentar o enfriar el agua es un buen Sistema (Maraver, 2013).

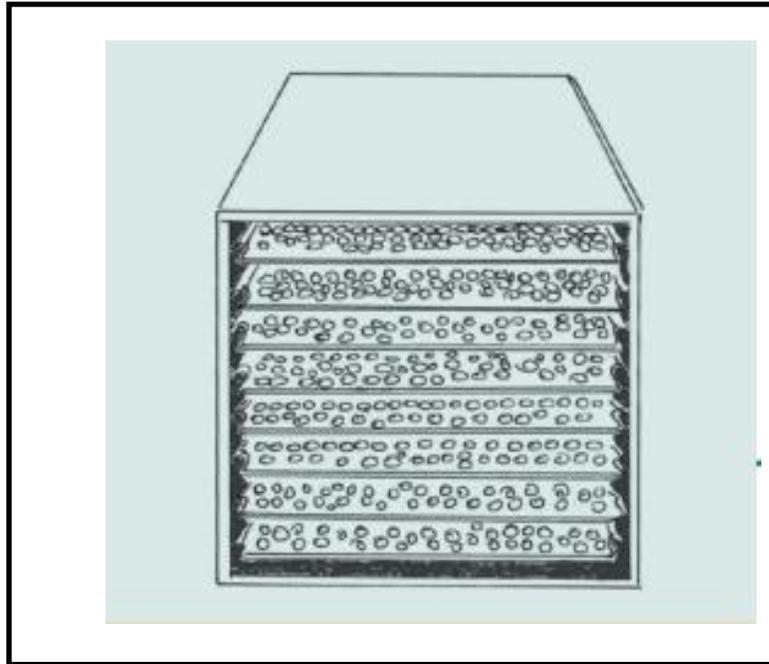


Figura 8. Armario americano

(Maraver, 2013)

- 5.4.1.4 Jars

Son envases o tanques realizados en PVC, fibra de vidrio o en materiales similares. El flujo del agua de la incubadora se realiza desde el fondo para que el movimiento se cumpla y los alevinos con saco suban a la sección del cultivo. Las que permiten incubar cantidades altas de huevos en un espacio tan pequeño como lo son las vasijas italianas que pueden ser hasta 400.000 en 70 litros. Los tubos que se utilizan serán por construcción diseñados por uno mismo. Pueden contener hasta 80 000 huevos. Las ovas se colocan al fondo del tubo encima de una rejilla para que el agua pase de abajo y luego hacia arriba y terminan su incubación en el flujo del agua. Lo que sobra de las ovas como lo son las cascaras o huevos muertos van a flotar y se evacuan gracias al movimiento del agua (Maraver, 2013).

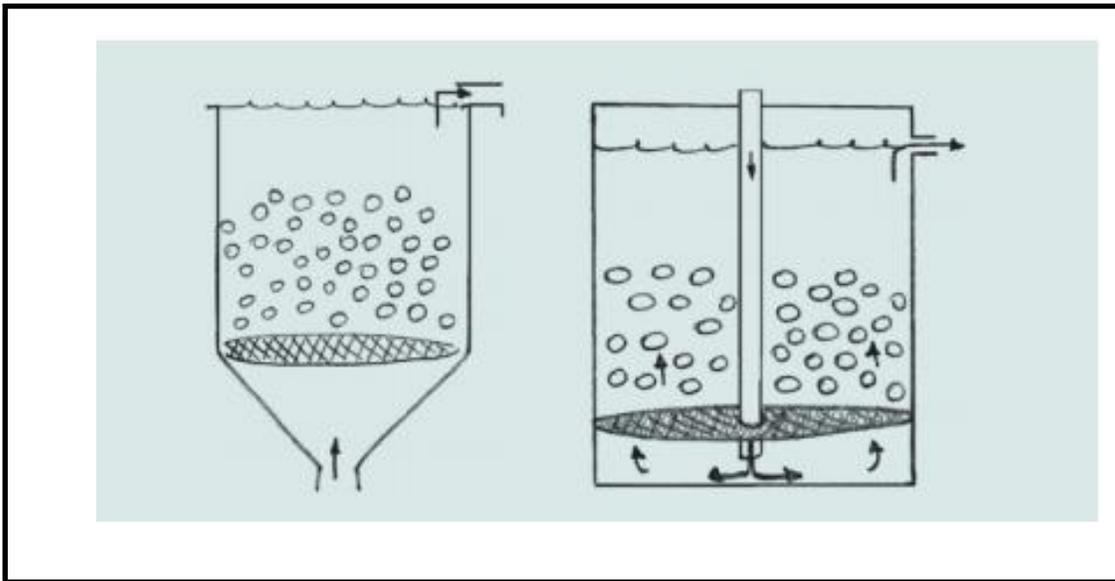


Figura 9. Modos Jars

(Maraver, 2013).

5.4.2 Estanques de alevinos

Los estanques de los cultivos de alevinos son circulares de PVC o en fibra de vidrio. Los estanques circulares son muy importantes para los primeros ciclos donde van a dar buenos resultados. El modo de limpieza de los estanques es más sencillo y con cargas. Es muy importante tapar los alevinos de la luz para poder mantener la temperatura de los estanques (Maraver, 2013).

5.4.3 Estanques de engorde

Se encuentran instalaciones con estanques mixtos o de tierra la profundidad, longitud y ancho dependen de lo que se aprovecha del terreno, la profundidad de un metro facilita el buen manejo. Los estanques suelen ser rectangulares y de hormigón, excavados en el suelo (Maraver, 2013).

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* 24

5.4.4 Jaulas en lagos

El manejo en jaulas es más fácil y beneficioso que la producción en tierra. Las truchas que se trabajan en jaulas marinas suelen tener un crecimiento más rápido, una desventaja es que siempre están propensas a problemas de una calidad de agua y por depredadores (Maraver, 2013).

5.5 Etapas de cultivo en truchas

5.5.1 Alevinaje

En esta fase el cultivo de trucha arcoíris el tamaño adecuado debe ser de 5 cm a 10 cm teniendo un peso promedio de 12 gramos. La duración de esta etapa es de 3 meses dependiendo de la temperatura que se presente en el agua (González & Ramírez, 2016).

5.5.2 Juvenil

Esta fase la trucha arcoíris el tamaño es de 10 cm a 17 cm teniendo un peso de 68 gramos. La duración de esta etapa es de 2 meses en crianza. Fase tiene una duración aproximada de 02 meses, en condiciones normales de crianza. Son alimentados de forma que se incentive su crecimiento, dicha alimentación esta posee alrededor de 40% de proteína, suministrándole una cantidad aproximada al 3,5% de su biomasa, con raciones distribuidas entre 04 veces diarias (González & Ramírez, 2016).

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* 25

5.5.3 Engorde

Esta fase la trucha arcoíris el tamaño es de 17 cm a 26 cm teniendo un peso de 250 gramos. Su duración es de 3 meses. En esta etapa siguen siendo alimentados de manera balanceada con concentrados tipo engorde, que contienen un porcentaje de 35% de proteína, dándole una cantidad 1.5% de biomasa, durante el día se le suministraba 2 a 4 veces las raciones de alimento. La mortalidad que se debe dar en todo el proceso es de 3% a 5% con buenas condiciones de crianza (González&Ramírez, 2016).

5.6 Manejo de alevinos en truchas

Los estanques deben estar contruidos con una protección del sol, debe tener unas instalaciones adecuadas como el techo de plástico, sarán o láminas de cinc. Se presentan diferentes tipos de estanques como pueden ser contruidos de bloc, tierra, excavados de suelo y cemento. Las diferentes formas de estanque son rectangular, circular y variable. Los estanques dependen del tamaño que tienen los alevinos también se ve reflejado en la temperatura del agua. El caudal es de 2000alevinos de diferentes tamaño y temperaturas de litros por minutos (FAO, 2014).

Tabla 3. Caudal necesario para mantener 2.000 alevinos de distintos tamaños

Longitud	Temperatura °C			
	5	10	15	18
3 cm	1 l/m	1.4 l/m	2.6 l/m	3 l/m
4 cm	2 l/m	4.8 l/m	5.6 l/m	6 l/m
5 cm	3.6 l/m	5.2 l/m	8 l/m	11 l/m

-Nota: (FAO, 2014).

5.6.1 transporte de alevinos

Se utilizan bolsas plásticas de un calibre grano grueso teniendo una altura de 75-85 cm y un ancho de 20 a 25 cm teniendo un largo de 30 a 35 cm. Antes de introducir los alevinos en las bolsas se revisan que no presenten hoyos y para asegurar los alevinos se introducen otra bolsa y se llena con agua para poder ingresar a los alevinos en las bolsas y se inyecta el oxígeno y se cierra la bolsa con tiras de llantas se amarra para evitar que se salga el oxígeno (FAO, 2014).

Para poder liberar los alevinos se debe colocar las bolsas en los estanques en un tiempo de 15 a 20 minutos para que obtengan la temperatura del estanque después de realizar eso se abre la bolsa y se introduce agua del estanque a la bolsa y se va dejando salir los alevinos poco a poco, este proceso se realiza para evitar mortalidad en los alevinos durante el transporte y también previniendo enfermedades (FAO, 2014).



Figura 10. Bolsa de empaque para transporte de alevinos.

(FAO, 2014).

5.6.2 Siembra de alevinos

El número de alevinos dependen grandemente del caudal, tamaño, la temperatura del agua y el diseño del estanque. Donde se va hacer una comparación entre el numero por metro cubico y el tamaño de los alevinos, mirando el diseño del estanque (FAO, 2014).

Tabla 4. Dimensión de los alevinos y numero por metro cuadrado.

Longitud de los alevinos	Número máximo por m ³	
	En estanques circulares	En estanques rectangulares
3.0 cm	7500	-
4.0 cm	4600	2300
5.0 cm	3400	1700

Nota: (FAO, 2014).

5.6.3 Alimentación de alevinos (frecuencia alimenticia y tasas de alimentación)

Frecuencia alimenticia

Cuando los alevinos empiezan a consumir alimento debe ser granulado o en polvo, pero en pequeñas cantidades presentando un nivel alto de proteína cada hora en el día durante ocho horas en ese proceso el alevino llegara a un tamaño de 5 cm. Se realiza eso con el fin de que el alevino crezca fuerte y no presente mortalidad (FAO, 2014).

Piper (1982) relata que una mayor frecuencia alimenticia reduce el tiempo de inanición y estimula el crecimiento, resultando en una uniformidad del tamaño de las truchas o salmones. La tabla 5 muestra la frecuencia alimenticia para salmónidos, se puede observar que los alevinos necesitan ser alimentados con una mayor frecuencia, que debe ser disminuida con el crecimiento del pez.

Tabla 5. Frecuencia alimenticia diaria para salmónidos

Especies	Tamaño del pez								
	0,30	0,45	0,61	0,91	1,82	3,60	6,10	15,10	>45,10
Salmon Coho	9	8	7	6	5	3	3	-	-
Salmon Chinook	8	8	8	6	5	4	3	-	-
Trucha arcoíris	8	8	6	6	5	4	4	3	2

Fuente: Piper et al., 1992

Tasas de alimentación

La tasa de alimentación (tabla 6) define cuanto alimento es consumido por una determinada biomasa de peces. La determinación de la mejor tasa de alimentación es una de las incumbencias más difíciles en el manejo alimenticio de los salmónidos, debido a su efecto grupo en el momento de la alimentación (Aiko y Portz, 2004). Siendo así, una optima tasa de alimentación es aquella que proporciona la más baja conversión alimenticia y por ende mayor lucro económico.

Tabla 6. Tabla de alimentación para trucha arcoíris (*O. mykiss*)

Tamaño del pez (g)	Tamaño partícula (mm)	Total de alimento ofrecido al día (% del peso corporal-biomasa)				
		7°C	9°C	11°C	13°C	15°C
0,38	0,05	3,4	3,9	4,8	5,8	6,4
0,77	1,0	3,3	3,8	4,7	5,6	6,1
1,43	1,5	3,0	3,6	4,5	5,1	5,8
2,50	1,5	2,8	3,2	4,0	4,9	5,1
5,00	1,5	2,6	3,0	3,8	4,5	4,7
7,70	2,0	2,3	2,8	3,6	3,9	4,1
11,10	2,0	2,0	2,4	2,9	3,2	3,8
25,00	2,4	1,7	1,9	2,1	2,6	3,2
33,30	2,4	1,6	1,8	1,9	2,2	2,9
50,00	3,4	1,4	1,6	1,8	2,1	2,5
66,70	3,4	1,3	1,5	1,7	2,0	2,4
100,00	4,8 mm	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

Fuente: New (1987)

5.6.4 Clasificación de alevinos

Se realizan siembras de un grupo de alevinos, aunque su tamaño sea muy parecido, conforme van creciendo se da una diferencia en los tamaños y encontramos, al pasar el tiempo, que hay alevinos grandes, medianos y pequeños. Se presentan si hay alevines de diferentes tamaños, muchos pequeños y medianos no pueden alimentarse bien, por la ventaja en tamaño y fuerza de los más grandes. Por ser la trucha un pez carnívoro, si la diferencia de tamaño entre los alevines es muy grande, los alevines más grandes se comen a los más pequeños (canibalismo), perdiéndose una gran cantidad de peces. Se trata de controlar el canibalismo y mirar de que todos los alevinos vayan creciendo lo más parejo posible, se realiza una práctica para seleccionar los alevinos por tamaños y separarlos en diferentes estanques. Uno de los aparatos más sencillos para realizar la clasificación es la caja clasificadora, que tiene en el fondo una serie de varillas fijas que dependiendo de su abertura así es el tamaño del alevín que puede pasar (FAO, 2014).

5.7 Marco Legal

La Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca - AUNAP es una Unidad Administrativa Especial descentralizada de la Rama Ejecutiva del orden nacional, de carácter técnico y especializado, con personería jurídica, autonomía administrativa y presupuestal, con patrimonio propio, adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, que creada mediante decreto 4181 del 3 de noviembre de 2011 expedido por el MADR, con el objeto de Ejercer la autoridad pesquera y acuícola de Colombia a través de procesos de planificación, investigación, ordenamiento, fomento, regulación, registro, información, inspección, vigilancia y control de las actividades de pesca y acuicultura, dentro de una política de fomento y desarrollo sostenible de estos recursos.

5.7.1 Normatividad (Leyes y Resoluciones)

- Ley 13 de 1990, Estatuto General de Pesca.
- Decreto 1071 de 2015 único reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural.
- Resolución 848 de 2008 del MADS, declara trucha, tilapia nilótica y carpas como especies exóticas invasoras.
- Resolución 2424 de 2009 del INCODER, establece normas de ordenamiento que permitan minimizar los riesgos de escape de especies exóticas de peces a medios naturales o artificiales.
- Resolución 2287 de 2015 de la AUNAP, declara especies domesticadas a las truchas y a las tilapias roja y plateada.

6 Metodología

6.1 Lugar de investigación

La investigación se realizó en la estación piscícola “PESQUEMOS” que se encuentra ubicada en el Municipio de Mutiscua del departamento Norte de Santander, a una altura de 2.660 m.s.n.m. La temperatura ambiental promedio es de 14°C con una distancia de referencia: 27 km de Pamplona, 102 Km de Cúcuta Capital del Departamento, 98 Km de Bucaramanga, de clima frío predominante.

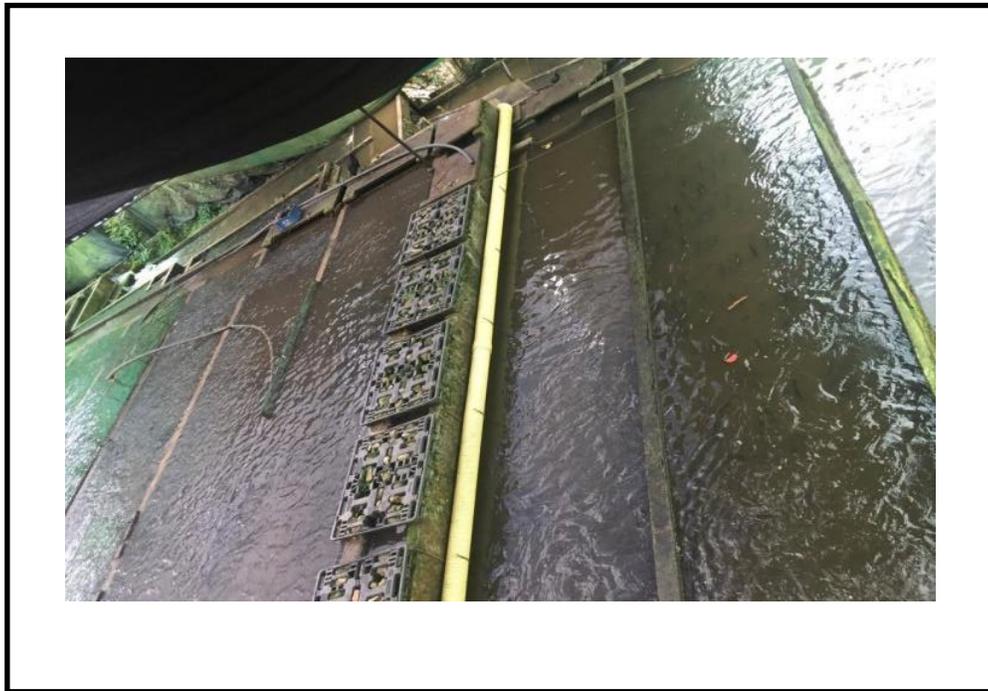


Figura 11. La estación Pesquemos del municipio de Mutiscua de Norte de Santander.

(Autor 2019).

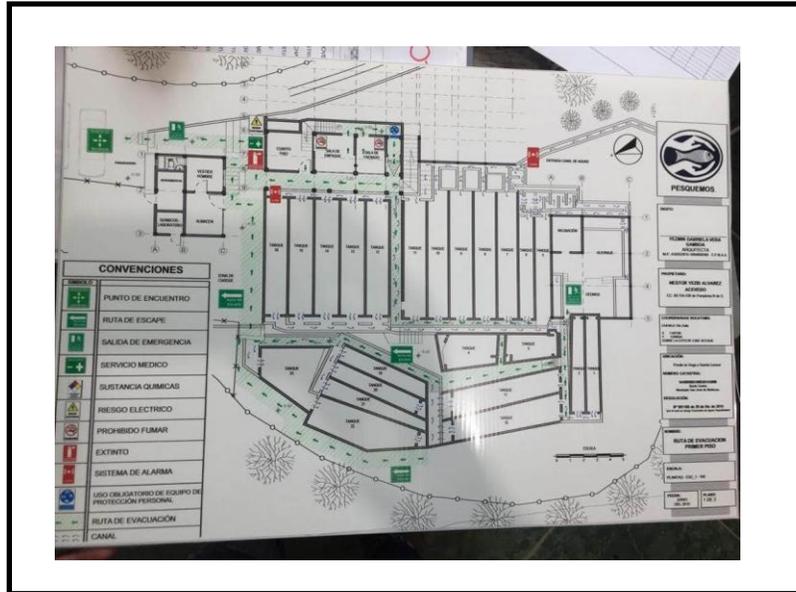


Figura 12. La maqueta de la estación pesquemos.

(Pesquemos 2019).

Fueron seleccionados 8.260 alevinos de trucha arcoíris (*O. mykiss*) con peso promedio de 0,66 \pm 0,1 gramos, obtenidos de un mismo desove. Fueron utilizados 6 tanques de concreto, cada uno con dimensiones de 4 metros de largo, 0,6 metros de ancho y 0,7 metros de altura, con un volumen total de 1.680 litros (443,8 galones) y un volumen utilizado de 1.560 litros (1,13 litros/alevino). Durante los 57 días de experimentación se mantuvo un fotoperiodo natural de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad. El agua utilizada en los tanques provenía de una quebrada. Durante el experimento, fueron monitoreados los siguientes parámetros fisicoquímicos del agua: diariamente temperatura, pH y oxígeno disuelto y quincenalmente amoníaco no ionizado (NH_3 mg/L), alcalinidad (CaCO_3 mg/L) y dureza total (CaCO_3 mg/L) utilizando un kit de análisis de agua para acuicultura HACH modelo FF-1.

6.2 Manejo

Para el desarrollo de los objetivos propuestos se realizó: Un análisis DOFA: al inicio de la investigación se hizo un diagnóstico de la estación piscícola Los Pesquemos donde se identificaron las debilidades, amenazas, oportunidades y fortalezas con el fin de mejorar las debilidades de esta estación, en este caso la etapa de Alevinaje.

El análisis DOFA fue realizado en los dos sistemas de alimentación de trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en la estación los Pesquemos; teniendo en cuenta los parámetros productivos de la explotación. Luego de hacer el análisis DOFA, una de las debilidades más importante a mejorar fue el manejo y alimentación en los alevinos; para esto se realizó un seguimiento en los dos sistemas de alimentación (tablas alimenticias y *ad libitum*) para determinar cuál de estos era más eficiente. En cuanto a esta debilidad, se tomaron muestras de los parámetros iniciales de cada estanque (temperatura, oxígeno disuelto y pH) de tal manera que no se presentaran deficiencias que pudieran afectar los resultados. Se trabajó de la siguiente forma, tres estanques alimentados teniendo en cuenta el uso de tablas alimenticias donde se les suministro alimento balanceado a razón de 100 g, y tres tanques donde les suministro alimento *ad libitum* (a voluntad). Con estos dos métodos se pretendió determinar la eficiencia en disminución de costos para la explotación; se emplearon 1.377 alevinos por estanque, con un peso promedio de 0,66 g y un régimen de alimentación de 7 veces al día, sometidos a las mismas condiciones de manejo.

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*³⁵

Se analizaron los parámetros productivos de la trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) bajo los dos regímenes de alimentación. Se tomaron registros diarios de mortalidad para los dos sistemas de alimentación, se registraron los pesos cada quince días, y se determinó la ganancia de peso, y así poder establecer cuál sistema de alimentación era más efectivo para la producción de alevinos; los pesajes se realizaron durante dos (2) meses, 60 días aproximadamente.

Se estableció cuál de los dos sistemas de alimentación era más efectivo basado en los costos de producción. Después de tener todos los datos se llevó al programa de Microsoft Excel para ser analizados, donde se graficó la línea de crecimiento de ganancia de peso y el total de mortalidad durante estos 2 meses, para identificar cuál de los dos sistemas de alimentación era más efectivo.

6.3. Tipo de alimento y sistemas de alimentación utilizados

6.3.1 Tipo de alimento

Fue utilizado un alimento balanceado comercial (Figura 13) con 50% de proteína bruta y 4.622 Kcal/kg de energía bruta (Tabla 7)

A este alimento se le realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la UFPS (Sede Los Patios) un proceso de molido y tamizado (Tamiz No 270), donde se obtuvo un tamaño de partícula de 53 micras de diámetro (0,053 mm).

Tabla 7. Composición proximal garantizada del alimento balanceado de iniciación para alevinos de *O. mykiss* utilizado durante el experimento.

Parámetro	(%)
Humedad	10
Materia Seca	90
Proteína Cruda (mínima)	50
Extracto Etéreo (mínimo)	12
Cenizas (máximo)	12
Fibra Cruda (máxima)	2
Extracto No Nitrogenado (máximo) ¹	14
Carbohidratos totales (máximo) ¹	16
Energía Bruta (mínima) ¹	4.622 Kcal/kg

Nota: Calculado matemáticamente por el autor. (González, 2019).



Figura 13. Alimento balanceado de Itacol trucha de inicio (Itacol 2019).

6.3.2 Sistema de alimentación

fue utilizado un sistema *ad libitum*, el cual suministraba aproximadamente 693 ± 300 g/día y un sistema usando las tablas para el cálculo de la cantidad de ración basadas en la determinación de la biomasa (tabla 8), con una frecuencia de suministro de 6-8 veces/día.

Tabla 8. Plan de alimentación para alevinos de trucha (O. mykiss) durante la etapa de iniciación (pesos promedio entre 0,5 y 6,5 gramos).

Temperatura del agua (°C)	% Sobre la biomasa
10	4,0
11	3,8
12	3,7
13	3,5
14	3,5
15	3,0
16	2,8
17	2,7

Nota: Guía De Truchicultura Italcol. Como la temperatura promedio del agua de los estanques oscilo entre los 10 y 12°C, se utilizó un porcentaje de biomasa del 3,8%.

6.4 Toma de datos

Tabla 9. Toma de información de alevinos

Tiempo		Datos del estanque					Mortalidad		
Lote N ^o	Fecha de inicio	No. de días	No. Peces	Peso promedio gramos	Biomasa Kg	pH	Temperatura (°C)	Cantida d	%

Nota: (González, 2019). Tabla usada en campo.

6.5 Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con dos tratamientos (sistemas de alimentación) uno *ad libitum* y otro con tablas nutricionales y tres (3) repeticiones. Se utilizaron un total de 6 unidades experimentales (tres tanques por tratamiento), cada tanque con 1.377 alevinos de trucha, para un total de 4.130 peces por tratamiento. Los resultados fueron expresados como promedios (\pm desviación estándar). Todos los datos fueron sometidos a Análisis de Varianza (ANOVA). Cuando se presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$), los grupos de promedios fueron comparados con la prueba de Tukey. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con la ayuda del programa SPSS 19,0.

6.6 Análisis económico

Teniendo en cuenta el costo de cada sistema de alimentación (ad libitum y uso de tablas nutricionales), se calculó el costo total requerido para sistema, basado en el gasto total de alimento usado en cada uno. Fue calculada la tasa de conversión económica (TCE) mediante el uso de la siguiente fórmula:

$TCE = \text{costo del alimento} \times \text{conversión alimenticia.}$

7 Resultados y Discusión

7.1 Desempeño productivo y tasa de sobrevivencia

Los índices de desempeño productivo de alevinos de trucha arcoíris (*O. mykiss*) alimentados bajo dos sistemas de alimentación (*ad libitum* y por tabla para cálculo de la biomasa) pueden ser observados en la tabla 10.

Tabla 10. Índices de desempeño productivo de alevinos de trucha arcoíris (*O. mykiss*) mantenidos bajo dos sistemas de alimentación (*ad libitum* y por tabla para cálculo de la biomasa)

Índice	Sistema de alimentación	
	<i>Ad libitum</i>	Por tabla de biomasa
Peso inicial (g)	0,60 ± 0,10 ^b	0,72 ± 0,09 ^a
Peso final (g)	6,37 ± 0,06 ^b	6,58 ± 0,08 ^a
Ganancia de peso (g)	5,73 ± 0,05 ^b	5,82 ± 0,09 ^a
Ganancia de peso porcentual (%)	893,4 ± 14,9 ^a	768,8 ± 26,7 ^b
Conversión alimenticia (g/g)	1,01 ± 0,05 ^a	0,88 ± 0,07 ^b
Tasa específica de crecimiento (%/día)	4,15 ± 0,06 ^a	3,90 ± 0,03 ^b
Sobrevivencia (%)	54,3 ± 2,90 ^a	57,7 ± 5,44 ^a

Nota: Valores promedio (± desviación estándar) de tres repeticiones. Diferentes letras entre columnas indican diferencias estadísticas significativas (P<0,05), según la prueba de Tukey.

7.1.1 Ganancia de Peso

En la tabla 10 se aprecian que los índices de desempeño productivos para alevinos de trucha arcoíris mantenidos bajo dos sistemas de alimentación muestran diferencias (P<0,05), una de la

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* 41

otra con relación al peso obtenido en un tiempo de 57 días aproximadamente; el sistema de alimentación por tabla resulta ser de mayor efectividad ya que se obtuvo una ganancia de peso de $(5,82 \pm 0,09^a)$ con relación a la de *Ad libitum* $(5,73 \pm 0,05^b)$; teniendo en cuenta que los alevinos estuvieron en condiciones alimenticias diferentes ya que por medio de la tabla se le da un mejor control al suministro del alimento a comparación de *Ad libitum*; la alimentación se realizó con un régimen de 7-8 veces por día donde se suministró concentrado de casa comercial con un porcentaje de proteína del 50 % de súper truchas iniciación de Italcol; así mismo los factores ambientales fueron similares así como, calidad de agua y oxígeno disuelto sin despreciar el origen del alevino según (Montaña, C A, 2009).

7.1.2 Conversión Alimenticia

Estos resultados obtenidos nos indican que el suministro controlado por medio de tabla genera un efecto positivo en todos los componentes lo cual conlleva a obtener mayor ganancia de peso. Con respecto a la C.A la alimentación por tabla se obtuvo un porcentaje menor $(0,88 \pm 0,07^b)$, que a comparación de *Ad libitum* $(1,01 \pm 0,05^a)$, lo que quiere decir que por medio de la tabla el alevino está utilizando menor cantidad de comida para generar más ganancia de peso (ORINOQUIA, 2018).

7.1.3 TEC

La tasa específica de crecimiento es una variable importante ya que esta se ve afectada por el tipo de alimento que se suministra (Jauncey, 1982), en el caso de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) el porcentaje de proteína para la etapa de Alevinaje es del 50% según la

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*⁴² casa comercial; por lo tanto, los resultados obtenidos para esta variable dieron un porcentaje alto para las que se alimentaron a voluntad (Tabla 10), ya que los peces tenían más alimento a voluntad y eran menor en cantidad.

7.1.4. Sobrevivencia

Estas variables de sobrevivencia nos dan una muestra que los animales alimentados por medio de un régimen de tabla tuvieron un porcentaje de sobrevivencia del ($57,7 \pm 5,44^a$), similar al de los alimentados de manera *Ad libitum* ($54,3 \pm 2,90^a$); se puede inferir que los efectos adversos a la sobrevivencia pueden estar ligados a condiciones ambientales y no por el régimen de alimentación implantado durante el estudio.

7.2 Análisis económico

La tabla 11 muestra el costo promedio por dieta y la tasa de conversión económica.

Tabla 11. Costo promedio por kilogramo de dieta y tasa de conversión económica (TCE) de la etapa de iniciación de alevinos de trucha arcoíris (*O. mykiss*) alimentados bajo dos sistemas de alimentación (*ad libitum* y por tabla de biomasa).

Sistema de alimentación	Costo del alimento (pesos/kg)	Conversión alimenticia	Tasa de conversión económica (TCE) ¹
<i>Ad libitum</i>	\$ 3.750	1,01	3.787,5
Por tabla de biomasa	\$ 3.750	0,88	3.300,0

Nota: TCE (pesos) = costo del kg de alimento x conversión alimenticia.

Los resultados de la tabla 11, muestran que el sistema de alimentación mediante el uso de tablas para el cálculo de la biomasa disminuye la tasa de conversión económica en \$ 487,5 pesos por kg, lo que equivaldría a un costo de alimentación por alevino de trucha de \$19,43 pesos para

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*⁴³ un periodo de 57 días (\$ 0,34 pesos/día/alevino), lo cual es \$2,79 pesos más económico por periodo que la alimentación *Ad libitum*, la cual tiene un costo diario de alimentación/alevino de \$0,39 pesos. Así alimentar 1.000.000 de alevinos de trucha por tabla de biomasa, ahorraría \$48.941,1 pesos/día, unos \$2.789.644 pesos para un periodo de 57 días (lo equivalente a 18,6 bultos de concentrado de iniciación para truchas).

7.3 Tamaño del pellet

En este estudio fue evidente reconocer que el diámetro de partícula era muy pequeño (0,053 mm) (causando desperdicio), revisando la literatura, New (1987) recomienda que debe ser usado un diámetro de pellet de por lo menos de 1,0 mm, para alevinos entre 0,66 y 0,9 g de peso y de 1,5 mm para alevinos con pesos mayores que un gramo.

7.4 Parámetros de calidad de agua

Los valores promedio de los parámetros de calidad del agua que se obtuvieron durante el experimento para los dos (2) tratamientos fueron: temperatura 11,2 °C, pH 7,31, oxígeno disuelto 7,58mg/LO₂, amonio no ionizado 0,012mg/LNH₃, dureza total 100mg/LCaCO₃, alcalinidad 70 mg/LCaCO₃y sólidos suspendidos totales 11 mg/L. Estos valores permanecieron dentro de los rangos recomendados para el cultivo de trucha arcoíris(tabla 12).

Tabla 12. Guía de Truchicultura - Itacol

Parámetro	Valor
Temperatura (°C)	9 a 17 en Producción 7 a 13 en Reproducción
Oxígeno disuelto	Mayor a 5,5 mg/
CO ₂	Menor a 20,0 mg/l
pH	6,9
Calcio	Mayor a 52 mg/l
Amonio (NH ₃)	Menor a 0,012 mg/l como NH ₃
Nitrito	Menor a 0,1 mg/l
Sólidos Suspendedos	Menor a 30 mg/l
Sólidos Disueltos	Menor a 400 mg/l
Ácido Sulhídrico	Menor a 0,002 mg/l

8 Conclusiones

Se puede concluir que el sistema de alimentación mediante el uso de tablas de biomasa en alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) mejora la ganancia de peso y disminuye la conversión alimenticia, sin afectar las tasas de supervivencia, por lo tanto; es el que se debería ser más utilizado por los truchicultores.

El análisis de la tasa de conversión económica, evidencia que el sistema de alimentación mediante el uso de tablas de biomasa en alevinos de trucha arcoíris (*O. mykiss*) es el más efectivo; ya que reduce los costos de producción, al disminuir la cantidad de alimento balanceado utilizado.

Los parámetros de la calidad del agua se mantuvieron en los estándares estipulados para la producción de trucha arcoíris sin afectar el estudio comparativo realizado,

Es evidente que debería ser usado un diámetro de pellet de por lo menos de 1,0 mm, para alevinos entre 0,66 y 0,9 g de peso y de 1,5 mm para alevinos con pesos > 1 gramo.

Recomendaciones

Se recomienda el uso de tablas de alimentación para sí obtener mejores resultados tanto en ganancias de peso como económicos.

Sería aconsejable utilizar un diámetro de partícula mayor al utilizado en este estudio, de por lo menos de 1,0 mm, para alevinos de trucha entre 0,60 y 0,9 g de peso y de 1,5 mm para alevinos de trucha con pesos > 1 gramo.

Como primera medida se recomienda realizar un estudio de la calidad microbiológica, minerales y materiales pesados del agua; debido que en la parte alta del río la plata se encuentran situadas dos estaciones piscícolas y así mismo existen vertimientos de aguas negras o hervidas procedentes de la vereda la paradita.

Referencias

- Agricultura, M. d. (2009). *TRUCHA ARCO IRIS EN COLOMBIA*. Obtenido de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/5415/1/200946111918_Boletin13.pdf
- Blanco , M. C. (1976). *I jornada Nacional sobre la trucha. Ed. Grupo Sindical de Piscicultores. Tratado de piscicultura.*
- Cárdenas, M. L. (2004). Características ecológicas y ambientales del cultivo de trucha en tanques con recirculación. *Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería.*, 1-79.
- Cho, Bureau, Cowey, & Watanabe. (1997). *Bioenergetics in diet formulation and feeding standard for salmonid aquaculture: Principles, methods and applications. 11.*
- Elli ot, J. M. (1976). *The energetics of feeding, metabolism and growth (Salmo trutta L.).*
- EUA. (2006). *¿qué es la trucha arcoíris?*
- FAO. (2004). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.*
Obtenido de Visión general del sector acuícola nacional.:
http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_peru/es
- FAO. (2006). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.*
Obtenido de Visión general del sector acuícola nacional:
http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_colombia/es
- FAO. (2008). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008". *Departamento de pesca y acuicultura.*

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* 48

FAO. (2014). Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. En *Manual práctico para el cultivo de la Trucha arcoíris* (pág. 6). Guatemala. Obtenido de www.fao.org/3/a-bc354s.pdf

FAO. (2017). *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura*. Obtenido de Departamento de Pesca y Acuicultura: http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_colombia/es

González, A., & Ramírez, J. D. (2016). *Piscícolas Cultivo de Trucha y Tilapia*. Antioquia: corantioquia.

Gwyther, Grove, & Loizid. (1978). *Satiation amount, frequency of feeding and gastric emptying rate in Salmogairdneri. J. fish.*

Hepher, B. (1993). *Nutrición de peces comerciales en estanques*. Lima: Limusa.

Hinshaw, J. M. (1999). *Trout production. Feeds and feeding methods*. United States Department of Agriculture, Cooperative State Research Service and the Extension Service.

Maraver, L. A. (2013). *El cuaderno de la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss)*. Madrid: cuaderno de acuicultura.

Montaña, C A. (2009). *CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA EN EL LEVANTE DE ALEVINOS DE TRUCHA ARCOIRIS (Oncorhynchus mykiss) EN SISTEMAS CERRADOS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA*. Bogotá.

New, M.B. 1987. *Feed and feeding of fish and shrimp*. ADCP Editors. FAO/UNDP 87 (26), Roma, Italy.

Piper, R.C. 1982. *Fish Hatchery Management*. Fish and Wildlife Service. Washington.

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*⁴⁹

Possebon-Cyrino, J.E.; Criscuolo-Urbinati, E.; Machado, D.; Castagnolli, N. 2004. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquáticas. Editora TecArt, São Paulo - SP. 533 pág.

Roldan, L. D.; Salazar, M; Tejada, M; (2001). . caracterización de la cadena de piscicultura en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Pag 1-13.

Salazar, G. A.; (2001). *Consideraciones generales sobre acuicultura.*

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*50

Anexos

Anexo A:

Procesos de molido, tamizado (Laboratorio) y pesado del alimento balanceado



Fuente: González 2019

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* 51

Anexo b:

TOMA DE DATOS DE OXIGENO, PH Y TEMPERADO DE LOS ESTANQUES



Fuente: González 2019.

Anexo C

Alimentación y pesado de los alevinos



Fuente: González 2019.

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* 53

Anexo D: Tablas en EXCEL

	1Ra Quincena			No DE PECES 8260		
	27/09/2019					
	ESTANQUE # 8			ESTANQUE # 11		
	ad libitum			Tabla		
No Datos	1	2	3	1	2	3
1	0,6	0,57	0,44	0,74	0,7	0,86
2	0,55	0,69	0,59	0,65	0,74	0,55
3	0,64	0,55	0,57	0,72	0,71	0,76
4	0,7	0,74	0,51	0,69	0,72	0,69
5	0,51	0,69	0,56	0,72	0,69	0,61
6	0,58	0,69	0,45	0,72	0,72	0,72
7	0,52	0,44	0,55	0,95	0,72	0,79
8	0,95	0,59	0,52	0,64	0,9	0,71
9	0,69	0,57	0,63	0,66	0,69	0,76
10	0,72	0,51	0,59	0,69	0,72	0,69
11	0,72	0,56	0,56	0,6	0,78	0,72
12	0,95	0,72	0,44	0,74	0,95	0,77
13	0,57	0,69	0,72	0,82	0,64	0,68
14	0,55	0,72	0,55	0,69	0,66	0,59
15	0,52	0,52	0,52	0,54	0,68	0,7
16	0,63	0,51	0,7	0,69	0,74	0,76
17	0,59	0,58	0,68	0,6	0,69	0,69
18	0,55	0,52	0,63	0,74	0,51	0,6
19	0,6	0,62	0,79	0,65	0,54	0,74
20	0,51	0,57	0,5	0,72	0,69	0,82
21	0,39	0,56	0,54	0,69	0,6	0,75
22	0,84	0,59	0,59	0,72	0,74	0,79
23	0,74	0,5	0,57	0,72	0,65	0,7
24	0,69	0,69	0,53	0,69	0,72	0,63
25	0,69	0,53	0,52	0,72	0,69	0,55
26	0,57	0,72	0,43	0,72	0,72	0,9
27	0,69	0,64	0,66	0,95	0,71	0,54
28	0,55	0,53	0,51	0,64	0,66	0,65
29	0,74	0,49	0,59	0,66	0,76	0,74
30	0,54	0,51	0,53	0,68	0,79	0,95
31	0,59	0,58	0,62	0,74	0,8	0,72
32	0,44	0,52	0,52	0,69	0,65	0,69
33	0,59	0,62	0,45	0,6	0,73	0,62
34	0,57	0,57	0,57	0,74	0,77	0,72
35	0,51	0,56	0,55	0,82	0,69	0,95
36	0,56	0,66	0,54	0,75	0,66	0,69
37	0,54	0,73	0,59	0,79	0,74	0,72
38	0,55	0,57	0,34	0,7	0,7	0,72
39	0,53	0,55	0,64	0,9	0,82	0,95
40	0,66	0,52	0,7	0,69	0,65	0,65
41	0,72	0,7	0,51	0,72	0,68	0,72
42	0,59	0,68	0,58	0,72	0,63	0,69
43	0,74	0,63	0,52	0,95	0,74	0,72
44	0,7	0,59	0,74	0,72	0,69	0,72
45	0,82	0,55	0,69	0,69	0,6	0,95
46	0,65	0,52	0,69	0,72	0,74	0,64
47	0,68	0,55	0,57	0,72	0,82	0,68
48	0,63	0,57	0,69	0,95	0,75	0,74
49	0,74	0,66	0,55	0,64	0,79	0,69
50	0,83	0,59	0,77	0,66	0,7	0,6

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*54

	3 Ra Quincena			No DE PECES 6753		
	22/10/2019					
	ESTANQUE # 8			ESTANQUE # 11		
	ad libitum			Tabla		
No Datos	1	2	3	1	2	3
1	1,62	1,78	1,92	1,82	1,99	1,65
2	1,78	1,69	1,76	1,89	1,8	1,95
3	1,59	1,84	1,84	1,95	2,02	1,74
4	1,55	1,57	1,56	1,66	1,88	1,78
5	1,61	1,66	1,53	1,69	1,76	1,66
6	1,65	1,58	1,62	1,8	1,98	1,89
7	1,74	1,84	1,49	1,96	1,91	1,87
8	1,9	1,45	1,54	1,89	1,96	1,94
9	1,83	1,91	1,61	1,9	1,92	1,66
10	1,93	1,58	1,68	1,98	1,94	1,82
11	1,7	1,51	1,52	1,84	1,78	1,49
12	1,65	1,65	1,78	1,87	1,56	1,91
13	1,54	1,58	1,54	1,94	1,9	1,96
14	1,8	1,72	1,64	2,05	1,8	1,97
15	1,62	1,66	1,52	1,94	1,95	1,81
16	1,68	1,78	1,47	2,05	1,92	1,85
17	1,71	1,67	1,89	1,92	1,95	1,9
18	1,82	1,52	1,65	1,94	1,88	1,89
19	1,59	1,74	1,55	1,88	1,7	1,74
20	1,63	1,65	1,59	1,96	1,93	1,55
21	1,88	1,78	1,51	1,9	1,82	1,75
22	1,94	1,59	1,6	1,98	1,87	1,9
23	1,62	1,5	1,54	1,93	1,95	1,94
24	1,82	1,58	1,67	1,92	2	1,82
25	1,54	1,53	1,61	2,06	1,79	1,56
26	1,64	1,68	1,53	1,86	1,84	1,82
27	1,72	1,88	1,73	1,7	1,88	1,96
28	1,87	1,79	1,88	1,54	1,79	1,88
29	1,78	1,64	1,45	1,78	1,55	2,02
30	1,82	1,53	1,69	1,98	1,93	1,88
31	1,72	1,79	1,78	1,8	1,97	1,82
32	1,69	1,68	1,55	1,8	1,56	1,89
33	1,96	1,87	1,53	1,93	2,03	1,95
34	1,65	1,53	1,59	1,86	1,82	1,91
35	1,78	1,69	1,68	1,82	1,96	1,8
36	1,92	1,54	1,7	1,86	1,84	1,92
37	1,66	1,7	1,78	1,99	1,87	1,79
38	1,57	1,8	1,82	1,55	1,94	1,78
39	1,69	1,48	1,69	1,78	2,05	1,9
40	1,98	1,55	1,52	1,66	1,94	1,93
41	1,87	1,96	1,47	1,8	1,92	1,97
42	1,58	1,65	1,78	1,76	1,68	1,54
43	1,65	1,69	1,59	1,85	1,86	1,78
44	1,67	1,68	1,63	1,97	1,8	1,89
45	1,62	1,53	1,57	1,96	1,75	1,84
46	1,78	1,65	1,89	1,7	1,95	1,92
47	1,64	1,7	1,62	1,78	1,99	1,84
48	1,84	1,52	1,68	1,56	1,92	1,89
49	1,59	1,74	1,54	1,9	1,88	2,05
50	1,87	1,69	1,69	1,69	1,72	1,9

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum*55

	4 Ta Quincena			No DE PECES 5229		
	04/11/2019					
	ESTANQUE # 8			ESTANQUE # 11		
	ad libitum			Tabla		
No Datos	1	2	3	1	2	3
1	2,93	2,85	3,06	3,31	3,59	3,54
2	2,97	2,86	3,02	3,4	3,65	3,49
3	2,93	2,82	2,98	3,25	3,25	3,19
4	2,8	2,89	2,99	3,26	3,45	3,49
5	2,84	2,98	2,84	3,35	3,51	3,42
6	2,83	2,93	2,86	3,19	3,18	3,22
7	3,05	3,08	2,82	3,49	3,45	3,54
8	2,9	2,78	3,06	3,39	3,65	3,47
9	2,75	2,96	2,74	3,34	3,48	3,36
10	2,93	2,83	2,79	3,57	3,21	3,31
11	3,01	3,2	2,89	3,68	3,36	3,67
12	3,05	3,02	2,83	3,56	3,31	3,49
13	2,98	2,91	2,98	3,68	3,38	3,25
14	2,93	2,83	2,74	3,35	3,8	3,37
15	3,1	2,74	2,76	3,64	3,49	3,39
16	2,89	3,08	2,93	3,62	3,67	3,54
17	2,87	3,09	3,1	3,51	3,39	3,68
18	3,07	3,15	3,06	3,49	3,63	3,38
19	2,81	2,94	2,98	3,42	3,34	3,54
20	2,98	2,89	2,87	3,48	3,49	3,68
21	2,75	3,14	2,84	3,31	3,52	3,56
22	2,83	2,98	2,95	3,32	3,53	3,49
23	2,96	2,99	2,94	3,39	3,24	3,47
24	2,85	2,84	2,93	3,6	3,32	3,41
25	2,89	2,8	3,01	3,3	3,26	3,36
26	2,96	2,86	2,88	3,36	3,57	3,29
27	2,91	2,84	2,83	3,5	3,45	3,57
28	3,06	2,96	2,93	3,34	3,3	3,51
29	3,08	2,97	2,87	3,32	3,26	3,36
30	2,79	2,91	2,96	3,48	3,32	3,38
31	2,78	3,04	3,05	3,67	3,54	3,31
32	2,74	3,06	3,02	3,59	3,49	3,39
33	2,96	2,88	3,06	3,65	3,19	3,47
34	2,85	2,83	3,1	3,25	3,49	3,54
35	2,87	3,12	3,08	3,45	3,39	3,48
36	2,93	3,18	3,02	3,69	3,34	3,52
37	2,97	2,98	3,06	3,47	3,31	3,36
38	2,91	2,71	2,98	3,66	3,41	3,41
39	3,09	2,96	2,84	3,65	3,36	3,68
40	2,98	2,98	2,91	3,41	3,7	3,19
41	2,99	2,91	2,83	3,28	3,56	3,25
42	2,84	3,09	2,74	3,45	3,65	3,61
43	2,86	2,85	3,08	3,41	3,62	3,7
44	2,82	3,07	3,09	3,42	3,35	3,64
45	2,89	2,95	2,94	3,32	3,31	3,58
46	2,96	2,87	2,98	3,35	3,68	3,4
47	2,91	2,91	2,96	3,31	3,56	3,31
48	3,1	2,71	2,87	3,42	3,26	3,34
49	2,94	2,76	2,89	3,65	3,42	3,2
50	2,97	2,99	3,01	3,58	3,59	3,58

Evaluación de los sistemas de alimentación bajo el uso de tablas nutricionales y *ad libitum* 56

	5 Ta Quincena			No DE PECES 4721		
	18/11/2019					
	ESTANQUE # 8			ESTANQUE # 11		
	ad libitum			Tabla		
No Datos	1	2	3	1	2	3
1	6,39	6,4	6,28	6,61	6,45	6,57
2	6,25	6,32	6,5	6,55	6,66	6,66
3	6,39	6,37	6,32	6,42	6,78	6,67
4	6,48	6,24	6,22	6,67	6,6	6,49
5	6,27	6,28	6,32	6,59	6,58	6,98
6	6,41	6,35	6,47	6,45	6,89	6,87
7	6,35	6,34	6,37	6,66	6,67	6,81
8	6,39	6,49	6,49	6,64	6,98	3,99
9	6,3	6,57	6,19	6,48	6,42	6,64
10	6,24	6,6	6,36	6,35	6,45	6,57
11	6,58	6,21	6,38	6,54	6,58	6,66
12	6,39	6,29	6,41	6,58	6,54	6,45
13	6,32	6,14	6,5	6,54	6,49	6,5
14	6,2	6,38	3,2	6,68	6,68	6,6
15	6,48	6,24	3,35	6,61	6,79	6,8
16	6,41	6,35	6,31	6,98	6,95	6,83
17	6,47	6,29	6,48	6,47	6,6	6,87
18	6,4	6,31	6,6	6,58	6,7	6,71
19	6,35	6,48	6,21	6,35	6,68	6,64
20	6,47	6,49	6,35	6,41	6,55	6,58
21	6,58	6,4	6,22	6,57	6,47	6,44
22	6,34	6,37	6,34	6,6	6,41	6,43
23	6,31	6,22	6,38	6,78	6,98	6,47
24	6,28	6,31	6,37	6,9	6,78	6,59
25	6,21	6,24	6,28	6,4	6,49	6,49
26	6,22	6,39	6,29	6,85	6,4	6,66
27	6,32	6,6	6,35	6,97	6,58	6,64
28	6,47	6,67	6,27	6,78	6,59	6,2
29	6,46	6,6	6,24	6,57	6,6	6,4
30	6,3	6,17	6,31	6,49	6,57	6,27
31	6,38	6,5	6,4	6,31	6,59	6,45
32	6,75	6,22	6,61	6,54	6,45	6,59
33	6,45	6,39	6,38	6,63	6,47	6,49
34	6,33	6,31	6,49	6,91	6,69	6,59
35	6,44	6,38	6,45	6,97	6,87	6,68
36	6,68	6,43	6,47	6,9	6,66	6,42
37	6,35	6,29	6,3	6,74	6,89	6,66
38	6,57	6,24	6,29	6,8	6,47	6,79
39	6,34	6,7	6,22	6,61	6,58	6,98
40	6,39	6,19	6,28	6,57	6,54	6,34
41	6,31	6,37	6,41	6,69	6,68	6,57
42	6,28	6,17	6,35	6,67	6,61	6,28
43	6,49	6,26	6,39	6,35	6,59	6,49
44	6,47	6,18	6,32	6,6	6,98	6,38
45	6,53	6,27	6,25	6,45	6,91	6,49
46	6,31	6,3	6,47	6,89	6,3	6,67
47	6,38	6,65	6,46	6,93	6,58	6,62
48	6,41	6,24	6,47	6,65	6,54	6,48
49	6,43	6,36	6,54	6,95	6,53	6,55
50	6,3	6,66	6,36	6,57	6,66	6,51