



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Ingeniería Agronómica

Efecto de la alimentación semiorgánica (Hortalizas + Concentrado) sobre productividad y calidad de la carne en truchas Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Trabajo de titulación
previo a la obtención del
título de Ingeniero
Agrónomo

Autor:

Marco Omar Chillo Heras

CI: 0106162415

Correo electrónico: omarch_16@live.com

Director:

Dr. Diego Fernando Rodríguez Saldaña

CI: 0103899308

Cuenca, Ecuador

04-Abril-2022



Resumen

La alimentación y nutrición de la trucha de manera intensiva no ha cumplido con ciertos parámetros de calidad como el sabor del producto final, por otro lado, es necesario buscar alternativas que permitan optimizar los costos de producción. En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo conocer el efecto de la alimentación semiorgánica (hortalizas + alimento balanceado) sobre factores como el peso (g), tamaño (cm), color (escala de Roche), costos de producción (USD/Kg), rendimiento en canal (%) y peso de órganos digestivos (g); además, se realizó una degustación para evaluar mediante una escala hedónica de 5 niveles, olor, color, sabor y textura. Se utilizaron tres tratamientos, uno por piscina, cada una con 667 alevines divididos de la siguiente manera, el tratamiento 1: (control) alimento convencional (Gissis Excreting), en el tratamiento 2: con inclusión baja de verduras (alevines 10%, juveniles 25% y engorde 50%) y en el tratamiento 3: con inclusión alta de verduras (alevines 25%, juveniles 45% y engorde 75%). Los datos obtenidos fueron analizados con estadística descriptiva: promedio, mediana, mediana geométrica y varianza. El tratamiento 2, numéricamente, tuvo los mejores resultados, tanto para el peso y talla, como para las características organolépticas. Al comparar los valores productivos con tablas de referencia se pudo comprobar que están dentro del rango esperado, además se realizó un análisis económico para evaluar la rentabilidad del emprendimiento, indicando un valor mayor a 1, haciendo factible la inversión.

Palabras claves: Alevinaje. Artemia. Palatable. Semiorgánica. Semintensiva. Trucha. Trucha arcoíris. Truchicultura.

Abstract

The intensive feeding and nutrition of trout has not complied with certain quality parameters such as taste of the final product; on the other hand, it is necessary to look for alternatives that allow optimizing production costs, the objective of this study is to know the effect of semi-organic feeding (vegetables + balanced feed) on factors such as weight (g), size (cm), color (Roche scale), production costs (USD/kg), canal yield (%) and weight of digestive organs (g). In addition, a tasting was carried out to evaluate using a hedonic scale of five levels odor, color, flavor, and texture. Three treatments were used, one per pool, each with 667 fry divided as follows: first treatment: (control) conventional feed (Gysis Excreting), second treatment: with low inclusion of vegetables (alevins 10%, juvenile 25% and fattening 50%) and third treatment: with high inclusion of vegetables (alevins 25%, juvenile 45% and fattening 75%). The data obtained were analyzed with descriptive statistics: mean, median, geometric median, and variance. Numerically, the second treatment shows the best results, both for weight, for size, and for organoleptic characteristics. When comparing the productive values with reference tables, it was possible to verify that they are within the expected range. In addition, an economic analysis was performed to evaluate the profitability of the enterprise, indicating a value greater than one, making the investment feasible.

Keywords: Alevinage. Artemia. Palatable. Semi-organic. Semi-intensive. Trout. Rainbow trout. Trout farming.

Índice General

Resumen	2
Abstract	3
Cláusula de licencia de autorización para la publicación en el Repositorio Institucional	¡Error!
Marcador no definido.	
Cláusula de Propiedad Intelectual.....	7
Agradecimiento	9
Dedicatoria	10
1. Introducción	11
2. Objetivos	14
2.1. Objetivo general	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. Pregunta de investigación	14
4. Marco teórico	15
4.1. Generalidades de la trucha Arcoíris	15
4.2. La truchicultura en el Ecuador.....	16
4.3. Caracterización de la trucha arcoíris	18
4.4. Requerimientos de desarrollo de la trucha.....	21
4.5. Técnicas de alimentación	24
4.6. Investigaciones en alimentación alternativa y orgánica en trucha arcoíris	25
5. Materiales y Métodos	29
5.1. Materiales físicos.....	29
5.2. Materiales biológicos	29
5.3. Reactivos	30
5.4. Área de estudio	30
5.5. Metodología	30
5.6. Tratamientos	32
6. Resultados	33
6.1. Medición de la temperatura, oxígeno y pH.....	33
6.2. Peso de la trucha	34
6.3. Talla de la trucha	36
6.4. Ganancia de peso (g) de la trucha	38
6.5. Consumo de alimento convencional vs orgánico.....	38

6.6.	Mortalidad (%).....	39
6.7.	Calidad de la carne y sus características organolépticas.....	39
6.8.	Análisis económico para calcular los costos de producción.....	43
6.9.	Relación costo / beneficio	45
7.	Discusión	46
8.	Guía de producción de truchas arcoíris para la parroquia Zhidmad del cantón Gualaceo.	48
9.	Conclusiones.....	49
10.	Recomendaciones	50
11.	Bibliografía.....	51
12.	Anexos	58

Índice de Figuras

Imagen 1	Fisiología de la trucha arcoíris	16
Imagen 2.	Ubicación de las piscinas del proyecto	31
Imagen 3	Valores promedio de los criterios de degustación de los tratamientos evaluado ..	42

Índice de Anexo

Anexo 1:	Socialización de la implementación del proyecto.....	58
Anexo 2:	Adecuación de las piscinas para la siembra de los alevines.....	58
Anexo 3:	Siembra de alevines.....	59
Anexo 4:	Toma de datos quincenales, con una muestra de 60 individuos.....	59
Anexo 5:	Administración del alimento balanceado más hortalizas.....	60
Anexo 6:	Supervisión de la evolución de las truchas.....	60
Anexo 7:	Acompañando a los productores de la parroquia Zhidmad.....	62
Anexo 8:	Proceso de degustación, con 30 ejemplares de truchas para el tratamiento 1 y 30 para el tratamiento 2.	63
Anexo 9:	Calificación de acuerdo con las dos opciones de la degustación.....	64
Anexo 10:	Registro quincenal de los tratamientos aplicados.....	65
Anexo 11:	Guía de producción de truchas arcoíris para la parroquia Zhidmad del cantón Gualaceo.....	67

Índice de Tablas

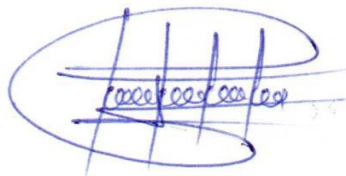
Tabla 1 <i>Clasificación taxonómica (Oncorhynchus mykiss)</i>	15
Tabla 2 <i>Parámetros adecuados para el desarrollo de la trucha</i>	21
Tabla 3 <i>Tamaño de alevines y número por metro cúbico, en relación con el tamaño del estanque.</i>	22
Tabla 4 <i>Caudal mínimo necesario para 2000 alevines de distintos tamaños y temperaturas.</i>	22
Tabla 5 <i>Presentación de alimentación para la trucha arco iris.</i>	23
Tabla 6 <i>Suministro diario de alimento para truchas</i>	23
Tabla 7 <i>Valores de temperatura, oxígeno disuelto y pH para este estudio y valores óptimos de acuerdo con la bibliografía consultada.</i>	34
Tabla 8 <i>Análisis estadístico del peso (gr)</i>	35
Tabla 9 <i>Análisis estadístico de talla de las truchas (cm)</i>	37
Tabla 10 <i>Escala hedónica</i>	40
Tabla 11 <i>Escala crítica</i>	41
Tabla 12 <i>Degustación del Tratamiento 1 o control.</i>	41
Tabla 13 <i>Degustación del tratamiento 2</i>	42

Cláusula de licencia de autorización para la publicación en el Repositorio Institucional

Marco Omar Chillo Heras, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**Efecto de la alimentación semiorgánica (Hortalizas + Concentrado) sobre productividad y calidad de la carne en truchas Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)**", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 4 de abril del 2022



Marco Omar Chillo Heras

C.I.: 0106162415

Cláusula de Propiedad Intelectual

Marco Omar Chillo Heras, autor del trabajo de titulación "**Efecto de la alimentación semiorgánica (Hortalizas + Concentrado) sobre productividad y calidad de la carne en truchas Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)**", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 4 de abril del 2022



Marco Omar Chillo Heras

C.I.: 0106162415

Agradecimiento

El momento del éxito siempre está acompañado de personas que contribuyen durante el proceso de realización de una actividad, por lo que quiero agradecer a mi familia, especialmente, a mi esposa que ha sido el pilar de este camino, así también a mis profesores, tutor y quienes contribuyeron para que este sueño se haga realidad, finalmente a Dios por darme la fuerza, la paciencia y la salud para que este anhelo de escalar un peldaño más se cumpla.

Dedicatoria

Dedicado este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta esta instancia de mi ciclo profesional. A mis padres por siempre estar presentes y compartir su cariño, apoyo incondicional sin importar las diferencias de ideas. A mi suegra por su apoyo y confiar firmemente en este proyecto profesional. A mis hermanos que siempre estuvieron apoyándome en las buenas y malas decisiones que fueron parte del proceso de formación para mi vida diaria y académica. A mis abuelos que con sus sabios consejos lograron que tome las mejores decisiones en la vida y poder ser un buen ciudadano. Y finalmente a mi esposa que fue el pilar fundamental para poder llegar a este capítulo importante en la escalera de la vida, y además a mis hijas que fueron mi inspiración de sacrificio y esfuerzo de conseguir el objetivo.



1. Introducción

La truchicultura es una actividad en auge de toda la región interandina de nuestro país, por presentar un alto nivel de adaptación, además de un alto valor nutricional (Mora, *et al* 2009). Sin embargo, la producción de trucha en familias rurales en la parroquia de Zhidmad, perteneciente al Cantón Gualaceo, ha tenido dificultades debido a que su práctica se ha realizado de manera rutinaria, obteniendo una producción poco rentable para el productor, esto obedece también a que la actividad principal es la ganadería y producción avícola, actividades que les genera mayores ingresos. Por otro lado, en esta localidad existen fuentes de agua. De acuerdo con un estudio realizado por el Departamento de Vinculación con la Sociedad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca (2020), estas aguas son aptas para la producción de truchas. A todo esto, si bien los miembros de la comunidad han tenido el interés de producir en primera instancia para el autoconsumo, pero con opción de comercializar, el poco respaldo de entidades gubernamentales no han creado las condiciones adecuadas que amparen a los productores dentro de sus diversas limitantes, como es el caso de la infraestructura y tecnificación.

De acuerdo a lo citado por el Plan de Ordenamiento Territorial del Azuay (PDOT) (2015), una parte del mencionado lugar no cuenta con fuentes de empleo estable, esto provoca que su población esté limitada a poder solventar sus gastos y a tener un acceso restringido a todos los servicios básicos, por lo que mediante una socialización de los actores del proyecto, se propone implementar la producción de truchas a partir de la presente investigación, al



contar con fuentes de agua que cumplen con los requisitos mínimos necesarios y, de esta manera, poder contribuir a solucionar parte de la problemática que viven en este sector.

El PDOT (2015) también hace referencia al índice de desnutrición por la falta de alimentos que cumplan con los parámetros requeridos, debido a que los derivados producidos de la primera actividad agropecuaria no son inmiscuidos en gran parte en la dieta diaria de esta población, prefiriendo comercializar sus productos para obtener ingresos económicos.

Por otra parte, las producciones de trucha existentes en la zona no demuestran mucho interés por alcanzar un adecuado aprovechamiento de los recursos disponibles, evidenciándose despreocupación del cuidado, limitantes en cuanto a la frecuencia y tipo de alimentación que se suministra, sin embargo, esta especie puede adaptarse a una dieta variada que puede incluir también alimentos de origen vegetal, siendo éstos ingeridos en pocas cantidades debido a su bajo valor energético (Sánchez, 2009).

Otro aspecto que tiene que ser tomado en cuenta en la producción de truchas es la conservación de los recursos hídricos y la reducción de los costos alimenticios, para lo cual es necesaria la búsqueda de una alimentación alternativa, esto obedece a desarrollar dietas cuya fuente de proteína sea de origen vegetal (Hernández & Fernández, 2013). En la búsqueda de una alternativa para la dieta de las truchas en la localidad de Zhidmad, donde se desarrollará el proyecto, existen huertos hortícolas familiares, una parte de esta producción es destinada al comercio y la otra para autoconsumo (PDOT, 2015).



Con estos antecedentes, se buscó contribuir al desarrollo económico y turístico de esta localidad, proporcionando un valor agregado y diferenciado a la producción de truchas, además de desarrollar una guía adecuada de manejo, crianza y producción de truchas para dicha zona.



2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la alimentación semiorgánica sobre la productividad y calidad de la carne de la trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

2.2. Objetivos específicos

- Verificar si la alimentación semiorgánica reduce el tiempo de producción de las truchas.
- Comprobar si la alimentación semiorgánica mejora la calidad de la carne y sus características organolépticas, en comparación con el alimento convencional.
- Realizar un análisis económico para calcular los costos de producción bajo los tratamientos a aplicar.
- Desarrollar una guía de producción de truchas Arcoíris para la parroquia Zhidmad del cantón Gualaceo.

3. Pregunta de investigación

¿La utilización de una alimentación semiorgánica en truchas Arcoíris influye de manera positiva sobre su crecimiento, ganancia de peso, calidad y características organolépticas de la carne?

4. Marco teórico

4.1. Generalidades de la trucha Arcoíris

De acuerdo con la disposición dada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se refiere a la alimentación y aprovechamiento de los recursos naturales. Entre estas actividades esta la acuicultura sostenible, y más específicamente, la pesca, por tanto, es necesario fortalecer la seguridad alimentaria para el desarrollo rural y el de todas las entidades inmersas en este contexto. Respecto a su clasificación taxonómica, esta se especifica en la Tabla 1 y su estructura general externa en la imagen 1.

Tabla 1 Clasificación taxonómica (*Oncorhynchus mykiss*)

Reino:	Animalia
Clase:	Osteichthyes
Orden:	Salmoniformes
Familia:	Salmonidae
Género:	Oncorhynchus
Especie	<i>O. mykiss</i>
Nombre común:	Trucha arcoíris

Fuente: Montoya (2019)

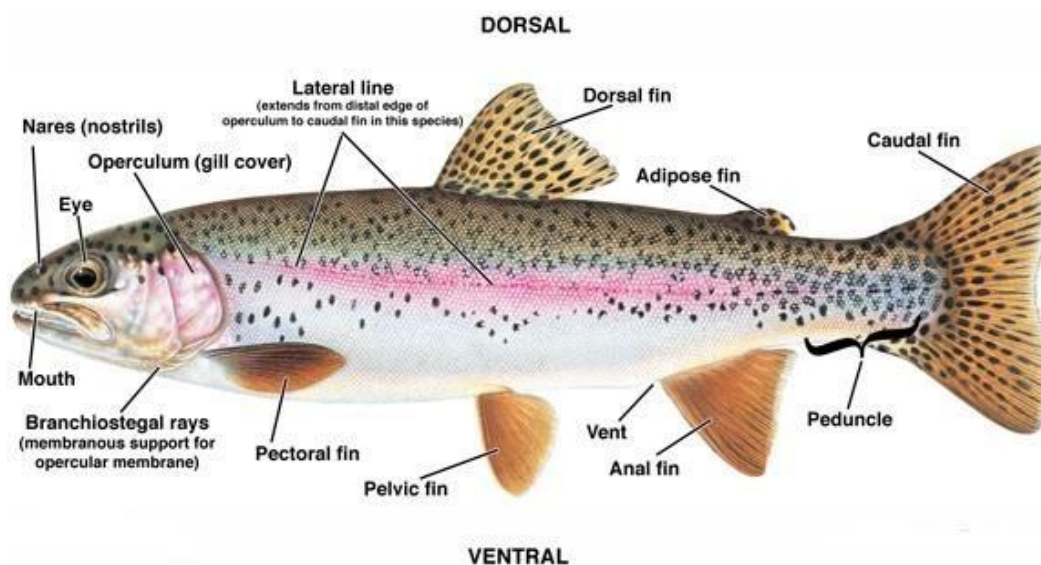
La producción mundial de trucha tiene un desarrollo muy influyente en el consumo humano, por lo que se estima para los próximos 30 años, este pez será una importante fuente de alimento gracias a sus características nutritivas.

En lo concerniente a estos futuros acontecimientos, todo dependerá de las

garantías necesarias para su viabilidad y rentabilidad (Romero *et al.* 2020).

En los países de Latinoamérica, el pez de agua fría dulce con mayor producción y consumo es la trucha Arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), una de las especies más antiguas ictiológicamente que pertenece a la familia *Salmonidae*, según investigaciones, esta especie es originaria del pacífico de América del Norte (Estados Unidos y Canadá), siendo desarrollada en casi todo el mundo, al presentar grandes ventajas como de ser cultivada en cautiverio. Los países con mayor producción de esta especie son: Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, según lo menciona Maiz *et al.* (2010).

Imagen 1 Fisiología de la trucha arcoíris



Fuente: Ecoactiva (2018)

4.2. La truchicultura en el Ecuador

Según el relato de Marcillo (1998), citado en la investigación de Mora *et al.* (2009), esta actividad data de 1928 y se dio gracias a un acuerdo por parte del gobierno de Ecuador y la organización canadiense. Sucedió en primera instancia con la selección de ríos, riachuelos y lagos, prefiriendo la región



interandina para este proceso por reunir algunas ventajas como: temperatura, pH, y otros. Tuvo como finalidad la diversificación de la economía en las familias de la nación.

Según el MICIP, CORPEI, CNA, CNIAP, en el 2005 se realizó el primer censo piscícola, en el cual se determinó que en el Ecuador existían 213 piscícolas, enfocadas a la obtención de la trucha Arcoíris, con una producción promedio de 982,3 toneladas, siendo Azuay la provincia con mayor número de piscícolas establecidas, con un total de 47 y con un rendimiento anual de 190 toneladas. De acuerdo con una inspección que realizó la Dirección General de Acuicultura, en el biocorredor conocido como El Cajas, se hallan instituidos 12 criaderos de trucha arcoíris(BCE, 2012).

En la provincia del Azuay existen dos empresas destacadas como productoras de trucha arcoíris, la primera es Dos Chorreras, la cual presenta un volumen de producción de 18 toneladas anuales y tiene una extensión de 40 hectáreas de cultivo. También esta Migüir, la cual produce alrededor de 15 y 20 toneladas anuales, con proyecciones futuras a producir 40 toneladas anuales (Castro & Quintong, 2003).

De acuerdo con las cifras estimadas por el Banco Central del Ecuador (BCE, 2012), a partir del año 2005, las exportaciones de trucha fresca oscilarán las 5 toneladas anuales. Además, de acuerdo con dicho informe, se menciona que la trucha para su óptimo desarrollo requiere altitudes mayores a los 1500 msnm, por lo que Azuay, Pichincha y Tungurahua presentan estas condiciones al estar localizadas en la región interandina.



La trucha en Ecuador es muy apetecida por encontrarse en diversos pisos, altitudinales, y existe un gran interés industrial de comercializar este producto, mediante el entendimiento de las exigencias de la demanda y de las variaciones de su consumo se han implementado diversas formas de ofertar el producto, entre ellas tenemos: *fresco-refrigerado*, mayormente envasado en funda plástica de 2,5 kg; *congelado*, también con las mismas características que la anterior; *ahumada*, esta se comercializa en filetes al frío en cajas de 30 kg y también como filetes calientes de igual peso; *trucha en escabeche* envases de 1 kg, entre otros. Sin embargo, el valor agregado que puede tener este pez es muy diversificado, y por ello el interés de producirlo en varios países (Castro & Quintong, 2003).

Generalmente, los sistemas de producción que son desarrollados en Ecuador en el campo de la piscicultura son de tres tipos, extensivo, semi intensivo e intensivo. Según menciona Almendarez (2013), el cultivo de trucha se desarrolla en sistemas *extensivos*, comúnmente se produce en causes de los ríos, represas o lagunas que han sido diseñados para incrementar la producción significativamente.

Por otro lado, el *semi-intensivo* está destinado al cultivo de peces en estanques artificiales, o combinados con estanques naturales. En cambio, el sistema *intensivo* está dado para un mejor control, ya sea realizar un inventario, así como también el aprovechamiento del agua en todo su ciclo, y se produce en áreas reducidas (piscinas, estanques, reservorios) para maximizar la producción y costos de producción (López, 2015).

4.3. Caracterización de la trucha arcoíris



Es una especie que se desarrolla y habita en aguas tranquilas, en su hábitat natural suele viajar aguas arriba para su reproducción y también para buscar oxigenarse, costumbre usual de toda la familia de salmónidos. No obstante, también se pueden adaptar a condiciones de cautiverio, donde requieren diferentes ambientes para cada etapa de su ciclo de vida, esto es: alevín, prejuvenil, juvenil, engorde (Batallas, 2018). De acuerdo con investigaciones mencionadas por Corral *et al.* (2000), este tipo de trucha posee un crecimiento acelerado y es flexible para crecer en diferentes niveles de temperatura, desde 5 a 27°C, sin embargo, el nivel óptimo para su proceso es de 19°C, además el pH óptimo para la crianza de la trucha es de 6,5 a 9 debido a que en este rango se evita el estrés, y aquellos valores inferiores (<6,5 ácido) y superiores (>9) causan su muerte (De la Olivia, 2011).

La longitud de la trucha arcoíris depende de varios factores, esta puede medir entre 30 y 50 cm, cuando culmine su etapa final de engorde, que oscila entre 6 y 12 meses, dependiendo de la forma y constancia de la alimentación. Se menciona también que existen rangos de temperatura de 5 a 27°C de adaptación, sin embargo, la ideal está entre los 16 a 19°C, así como su reproducción es sexual mediante huevos (Corral *et al.*, 2000). Otro factor importante por considerar en la producción de trucha es la turbidez del agua. Valores altos de turbidez pueden ser causados por la acumulación de vegetación, sedimentos de suelo o por plantas que se desarrollan en el medio acuático. Este aspecto es trascendente debido a que en etapa de alevines necesitan mayor cantidad de oxigenación del agua, caso contrario produce un limitado desarrollo del pez (De la Olivia, 2011).



Para mejorar la calidad de producción de las truchas existe la técnica de selección, la cual consiste en clasificar por su tamaño y peso, con la finalidad que exista mejor alimentación. Existe un proceso denominado canibalismo, que se da cuando los peces más grandes devoran a los pequeños, no obstante, esta selección ayuda a suministrar el alimento de manera proporcional a sus condiciones corporales. La técnica de la selección manual ha sido la más utilizada ya sea manejado con recipientes calibrados, con redes, seleccionador diseñado, flotantes de clasificación, mecánicos y de caja, semiautomáticos y automáticos (Chávez *et al.*, 2019).

Es una especie carnívora, se alimenta principalmente de las capturas que caza, generalmente organismos acuáticos y también de insectos que flotan en el agua, y en menor proporción a base de plantas. La trucha necesita alrededor del 40% de proteína en estado de alevinaje, la forma más exacta de poder encontrarlo está en la harina de pescado, y el resto se complementa con las fuentes de energía como carbohidratos y grasas (Waycott, 2019).

En la mayoría de los casos, el consumo de alimento de la trucha se da en volúmenes inferiores al que normalmente consumen, esto para evitar el desgaste de energía que producen al ingerir productos, según lo menciona Townsend Winfield (1985), citado en el trabajo de Sánchez (2009). Autores como Hastings (1969) y Hepher (1988), citados en la investigación de Sánchez (2009), descubrieron que la forma digestiva de la captura o presa no es pareja en la gran mayoría debido a factores como el tamaño, la actividad y la época de manifestación de las enzimas digestivas, temperatura del agua y a características de su propia especie, como talla y el reposo alimenticio que



posea.

Existe una acción muy conservacionista de prevención para cuidar el impacto ambiental, para lo cual se busca un alimento basado en bajar la cantidad de excreción producida por las truchas, por ende, se ha considerado que el principal elemento que cumple esta condición es la harina de pescado, al mismo tiempo este producto es la dieta apropiada en la truchicultura (Montesinos, 2018).

4.4. Requerimientos de desarrollo de la trucha

Estos requerimientos de la trucha pueden variar en base al peso, tamaño y estadio sexual. Otros parámetros que deben ser monitoreados son la temperatura (17°C) y el oxígeno. El oxígeno disuelto generalmente es mayor a temperaturas más bajas (CEDEP, 2009) (Tabla 2), para el crecimiento en diferentes etapas la FAO establece lo indicado en la tabla 3 y 4.

Tabla 2 *Parámetros adecuados para el desarrollo de la trucha*

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno (ppm)	7,5 a 12	8,5
Temperatura (°C)	13 a 18	15
pH	6,5 a 8,5	7

Fuente: FAO(2014)

Tabla 3 *Tamaño de alevines y número por metro cúbico, en relación con el tamaño del estanque.*

Longitud alevines	Número máximo por m ³	
	Estanques circulares	Estanques rectangulares
3 cm	7,500	-
4 cm	4,600	2,300
5 cm	3,400	1,700

Fuente: FAO(2014)

Tabla 4 *Caudal mínimo necesario para 2000 alevines de distintos tamaños y temperaturas.*

Longitud de alevines	Temperaturas			
	5°C	10°C	15°C	18°C
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

Fuente: FAO(2014)

En la investigación de Pedregal Silver Cup (1988), mencionan las condiciones que debe cumplir el alimento que esté disponible para las truchas, refiriéndose a la dimensión del producto que va en función con el tamaño de la boca (Tabla 5).

Tabla 5 Presentación de alimentación para la trucha arco iris.

Tipo de alimento	Granulometría (mm)	Peso de trucha (g)	Dimensión de la trucha (cm)	Ración por día (kg)
Migaja gruesa	2,0 a 3,00	4,8 a 10,8	6,0 a 10,0	8
Engorde 3/32	2,4	10,8 a 27,7	10,0 a 13,0	6
Engorde 1/8	3,2	27,7 a 62,38	13,0 a 17,0	4
Engorde 5/32	4	62,38 a 168	17,0 a 24,0	4
Engorde 3/16	4,8	168 a 465	24,0 a 30,0	2

Fuente: Alimentos de Alta Calidad El Pedregal S.A. de C.V.(1999)

Las necesidades básicas para una correcta administración del alimento, se destaca a continuación (Tabla 6).

Tabla 6 Suministro diario de alimento para truchas

Etapas	Alimento	Frecuencia
Cría	7% de su peso vivo	5 a 7 veces
Pre-engorde	4% de su peso vivo	3 a 4 veces
Engorde	3 a 4% de su peso vivo	2 veces
Reproductores	2% de su peso vivo	1 vez

Fuente: Alimentos de Alta Calidad El Pedregal S.A. de C.V.(1999)

De acuerdo con las investigaciones realizadas en la alimentación de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), se han utilizado diversas formas de nutrición para obtener un producto orgánico y también abaratar los costos de producción. Moyano *et al.* (2010) indican que utilizaron gluten de maíz y concentrado de proteína de papa. Dicho estudio asevera que el carbohidrato de maíz reduce la utilización de 420 gr de proteína de harina de pescado, siendo este aceptado en la alimentación de los salmónidos debido a su alta palatabilidad.

Por otro lado, la FAO (2014) indica la importancia de utilizar el polen en la



alimentación de las truchas en la etapa de engorde, debido a que ayuda a reducir costos de producción. Según Betancourt (2015), el polen puede contener entre el 20 y 30% de proteína, siendo menor en comparación con la artemia (crustáceo) comprendido ente 20 – 50% de esta. Por ende, cualquier tipo de alimento tiene que estar disponible de forma flotante, puesto que la forma de alimentación de las truchas es la captura.

4.5. Técnicas de alimentación

Según Olivia (2011), se pueden aplicar las siguientes técnicas de alimentación:

- Preparación de alimento, esta técnica consiste en tamizar el alimento para evitar tamaños indeseados y facilitamos que el pez capture sin dificultad.
- Disponer la ración en función del tamaño y peso de los peces.
- Calcular de manera exacta el número de raciones por día y así evitar la sobrealimentación.
- Observar el comportamiento de las truchas antes de ser alimentadas, ya que pueden estar con deficiencias de temperatura, oxígeno y hasta limpieza de las pozas.
- El mejor tiempo para alimentar es cuando están con vigor, demostrando buena energía.
- Alimentar lentamente sin causar malestar animal.
- Poseer un manual de manejo en donde especifique la forma de calcular la cantidad exacta para alimentar, si bien es un modelo estándar sin embargo tiende a variar por las diferentes condiciones tanto climáticas como topográficas del sitio.



4.6. Investigaciones en alimentación alternativa y orgánica en trucha arcoíris

En lo referente a la *alimentación semiorgánica*, es una alternativa basada en sustituir una parte del alimento convencional o balanceado con la adición de verduras o productos provenientes orgánicamente de vegetales que pueden ser suministrados de acuerdo con las exigencias de cada actividad, y con la finalidad de mejorar la calidad de la carne, reducir costos de producción y valor agregado al producto final (Ossa, 2018).

En el estudio de Olalde *et al.* (2014) Se buscó un sistema alternativo biotecnológico con un enfoque sostenible, es decir ocupar el agua proveniente del cultivo de truchas para usar en cultivos de diferentes especies de manera que resulte económico, ecológico y contribuir a la soberanía alimentaria. El experimento consistió en instalar sistemas intensivos, bajo parámetros de crecimiento y engorde, sumado a esto un sistema de acuaponía, en este proceso utilizaron compuestos de origen orgánico disueltos en agua, obtenidos de desechos de los peces, a partir de nitratos y nitritos, bajo la recirculación acuícola, aplicando técnicas de bionitrificación (TBN) y de biofloculación (TBF). Se encontró un suplemento alimenticio de origen orgánico como el aceite de pescado, que fue desarrollado por Geurden *et al.* (2009). Este alimento tiene propiedades favorables para la dieta de la trucha. Sin embargo, posteriormente escrutan, llegando a instancias dañinas en donde esta comida afecta las propiedades de absorción de lípidos intestinales en la trucha arcoíris. Esta dieta consistía en alimentarlos con aceite de pescado (FO), aceite de colza (RO) o de linaza (LO) durante 8 semanas, después de esto se evaluó la digestibilidad con un marcador no digerible, en el cual se compararon



la integridad intestinal, la permeabilidad paracelular, el transporte de ácidos grasos, concluyendo que no existía daños severos al aparato digestivo de la trucha, por lo que es una alternativa mejorada de alimentación mismo que también abarata costos de producción.

En otro estudio realizado por Ablan & Rosales(2016), mencionan que la utilización de harina y el aceite de pescado son muy determinantes en la alimentación de las truchas, hoy en día los productores de esta especie se prefieren usar este producto pues éstos contienen los requerimientos necesarios de origen animal, no obstante esta práctica implica la sobreexplotación de pescado, pues ha llevado a utilizar los desechos que anteriormente se arrojaban, permitiendo que baje la acción nutricional de los mismos. Para ello se están buscando nuevas alternativas que ayuden a suplir la dieta, especialmente cuando la producción es artesanal. Algunas de estas alternativas son evaluar el efecto de productos de origen vegetal y la asociación conjunta de estas prácticas.

Se hace referencia también a la calidad de la carne que, de acuerdo con una investigación realizada por Torres (2018), hoy en día utiliza productos sintéticos para conservar y dar la pigmentación necesaria a la carne, repercutiendo en daños a la salud, es por ello que este investigador estudió una estrategia de “conservación del pescado y de los productos pesqueros enfocados en retardar la degradación lipídica y proteica”. En dicho estudio se evaluó el uso de carotenoides que fueron extraídos del polen de abejas para mejorar el color y la calidad del filete de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Se alimentaron a 144 unidades de truchas, con un peso aproximado de 6,2 g durante 8 semanas, para ello utilizaron cuatro dietas (sin



carotenoides, con adición de astaxantina sintética, carotenoides de polen extraídos en aceite vegetal (25 mg), carotenoides de polen extraídos en aceite vegetal (50 mg). Finalmente se valoró la ganancia de peso (GL), tasa de crecimiento específico (TCE), factor de condición (FC), índice hepatosomático (IHS) e índice viscerosomático (IVS). La inclusión de los carotenoides a la dieta de las truchas tuvo eficiencia inclusive para mejorar o mantener los niveles de pH del agua y otros parámetros.

Algunos estudios realizados en dietas a base de hortalizas para la alimentación de las truchas, no han sido del todo a base de este producto, más bien se han buscado otras alternativas de origen vegetal como lo recomienda Daroch (2002), mismo que utilizó harina de haba en dos tratamientos, aplicando las semillas tanto con y sin corteza, a cada una de estas muestras se realizó un análisis proximal y de fósforo, la composición de las dietas fueron elaboradas a partir de las convencionales. Fue formulada teóricamente a base de programación lineal con el programa LINDO (Linear Interactive Discrete Optimizer). Dicho estudio acepta parcialmente a la harina de haba como reemplazante de la harina de pescado, este alimento es una alternativa orgánica al producto convencional.

Otros estudios realizados en esta especie buscaron alternativas de alimentación orgánica basados en vitaminas y micronutrientes. En este aspecto el estudio de Hilton *et al.* (1987) es importante debido a que en dicha investigación se busca y analiza una alternativa de alimentación basada en productos orgánicos, para ello los autores utilizan el selenio orgánico como un suplemento mineral para el alimento animal. Además, este artículo analiza la utilización de la vitamina E como función antioxidante, ayudando a controlar



los ácidos grasos, de modo que solamente los **vegetales** pueden ayudar con esta acción (Sen *et al.* 2006). Otro aporte que brinda este estudio es de mejorar las características de la carne como el color, sabor, entre otras características.

El interés por producir alternativas alimenticias, por un lado, que disminuya los costos de producción, así como también utilizar alimentos procedentes de vegetales, con la finalidad de consumir alimentos sanos, es cada vez más importante. Para esto se deben realizar investigaciones que proporcionen mayor relevancia en la sustitución paulatina del alimento convencional, no obstante, según lo mencionado por Aranibar *et al.* (2013), la harina de papa, la harina de lupino y la harina de sacha inchi (*Plukenetia Volubilis Linneo*), son buenas fuentes de proteína, pero la palatabilidad es un componente adverso. Sin embargo, juntamente con otras materias primas orgánicas, pueden mejorar los resultados, también se menciona la disponibilidad de mezclar estos vegetales con productos de origen animal como la harina de cueros de ovino y alpaca, la harina de plumas, todos estos productos nos dan una opción para mejorar la calidad económica y también del producto final.

La alimentación de origen vegetal tiene cada vez más importancia debido a que sus componentes y contenidos nutricionales ayudan a mejorar las características organolépticas, así como a reducir el impacto ambiental de contaminación de aguas al utilizar productos convencionales sintéticos. Uno de estos productos orgánicos es la soya, una oleaginosa de alta importancia en el mundo.

El aceite de sus semillas es muy requerido como harina o afrecho en diversos



alimentos para animales y en especial para peces (Franco, 2004). Además, de la planta de soya se utiliza el lupino, ya sea como ingrediente proteico o energético, que puede reemplazar al aceite de pescado (Mera, 1999).

Ciertos estudios revelan la utilización de la lombriz de tierra como una forma contribuir al cuidado del recurso agua y reducir los costos de producción; en este sentido, para producir truchas con una alta gama de alternativas de alimentación, se han desarrollado metodologías para tratar de reducir el uso del balanceado comercial, ya que los productos vegetales sí aportan con cantidades aceptables de proteína y energía que necesitan esta especie (Zapata, 2015).

5. Materiales y Métodos

5.1. Materiales físicos

- Computadora
- Botas
- Balanza digital
- Reglas
- Cilindro graduado
- Cuadernos
- Cámara fotográfica
- Baldes
- Cestos (redes)
- Cedazos
- Trípode

5.2. Materiales biológicos

- Hortalizas
- Balanceados
- 2000 alevines



5.3. Reactivos

- Cloruro de sodio

5.4. Área de estudio

La presente investigación se realizó en las piscinas pertenecientes a la propiedad del Lcdo. Nelson Haro, representante del proyecto de truchas y miembro de dicho proyecto. Se encuentra ubicada en la parroquia Zhidmad perteneciente al cantón Gualaceo, está ubicada al Sur de dicho cantón, con una temperatura promedio de 16 a 17°C y una precipitación media de 950 mm de lluvia, con las siguientes coordenadas: 2°55'47.8"S – 78°53'44.7" W (PDOT, 2015).

5.5. Metodología

Inicialmente se realizaron adecuaciones alrededor de las piscinas para darle la forma y la profundidad requerida. En la primera piscina en donde se sembraron los alevines se limpió y colocó plástico negro alrededor de la misma para evitar la depredación de los pájaros, similar actividad se desarrolló en la segunda piscina, adicional a esto se instaló una protección de madera y se colocaron piedras sobre el contorno para facilitar la selección de las truchas, éstas se asignaron aleatoriamente en cada piscina. Para la medición de las truchas se usó un cilindro graduado de 25 cm, con una precisión de 1 mm, de modo que para la masa de las truchas se usó una balanza digital con un nivel de precisión de un decigramo, mientras tanto para el oxígeno se tomaron datos al inicio del ciclo de producción de los peces.



Imagen 2. Ubicación de las piscinas del proyecto

Fuente: **Google Maps.**

Para el cultivo de las hortalizas que sirvió para la alimentación de las truchas, se adecuó un espacio aproximado de 120 m², dividido en parcelas para poder rotar las verduras (col, lechuga, acelga, brócoli, coliflor y nabo), mismas que fueron picadas en pequeños pedazos, similares al alimento convencional, de modo que éstas sean de fácil digestión.

El agua para las piscinas proviene de una vertiente natural de la quebrada Zhidmad, además sirve para el riego de la huerta hortícola. La captación fue tomada metros más arriba de las piscinas, mediante tubería PVC de 50 mm. Además se midió el pH y oxígeno en la etapa inicial, media y final.

Para esta investigación se utilizaron 2000 alevines con un tamaño de alrededor de 5 cm, para la llegada de estos se adecuó una piscina de aproximadamente 15 m³, con un caudal de 15 litros/minuto y una alimentación combinada de alimento comercial y hortalizas en una relación de acuerdo con el tratamiento correspondiente.



En la recepción de los alevines se evaluó su calidad, que estén aparentemente sanos y libres de deformaciones, para ello se utilizó una red de malla. La inspección fue de forma visual. Se tomaron datos quincenales durante 4,5 meses, con una población de 60 alevines por tratamiento.

La dieta de las truchas en todas sus etapas de producción (alevines, juveniles, engorde y cosecha), fue a base de alimento balanceado comercial (PISCIS de la empresa Gisis Skretting Ecuador), para lo cual se realizó el pesaje de la biomasa y se procedió a calcular cuántos gramos de alimento deberán comer al día en cada una de dichas fases y, además, se adicionó las verduras dependiendo del tratamiento que corresponda, el mecanismo de cálculo se aplicó también para los tratamientos con verduras, en este proceso se mezclaron ambos alimentos para que sea más palatable, en cantidades posteriormente descritas.

5.6. Tratamientos

Se aplicaron tres tratamientos, uno por piscina, cada una con 667 alevines siguiendo el siguiente esquema:

- I. **Tratamiento 1:** Control a base de alimento comercial sin la adición de verduras.
- II. **Tratamiento 2:** tratamiento con adición de verduras manteniendo una relación alimento balanceado / verduras:
 - Alevines: 90%/10%
 - Juveniles: 75%/25%
 - Engorde: 50%/50%.
- III. **Tratamiento 3:** tratamiento con adición de verduras manteniendo una relación alimento balanceado / verduras:
 - Alevines: 75%/ 25%
 - Juveniles: 55%/ 45%



- Engorde: 25%/ 75%.

5.7. Variables

Se consideraron las siguientes:

Independiente:

- Tipo de alimentación

Dependientes:

- Peso (g)
- Tamaño (cm)
- Color (Escala de Roche)
- Costos de producción (USD / kg)
- Rendimiento en canal (%)
- Peso de órganos digestivos (g)
- Variables de degustación:
 - Olor
 - Sabor
 - Textura

6. Resultados

A continuación, se especifican los diferentes resultados evaluados y medidos, sin embargo, no fue posible culminar la investigación para el tratamiento 3, debido a factores externos que imposibilitaron finalizar el mismo.

6.1. Medición de la temperatura, oxígeno y pH

El proceso para medir la temperatura del agua de manera artesanal y de fácil replicación para los productores y personas quienes necesitan conocer este parámetro, consiste en introducir un termómetro de vidrio en una escala de 0 a 30°C. Este paso se realizó con tres repeticiones en cada uno de los horarios: 6 de mañana, 12 medio día y 6 de la tarde, para posteriormente calcular un valor promedio de cada una de estas mediciones.



La medición del pH se realizó por medio de tiras de papel que se los consigue en una tienda de venta de insumos agrícolas, mientras que para medir el oxígeno se llevó a cabo mediante una sonda de plata (Ag) con alambre de platino (Pt) y una solución electrolítica de cloruro de potasio (KCl), que es un material permeable que permite el paso del oxígeno presente en la solución mas no el paso en sí de esta.

En la Tabla 7, constan los promedios de las mediciones de cada uno de los factores expresados como rango. Estos valores son aquellos con los que se partió en esta investigación, en cuanto a calidad del agua. En la tercera columna consta el valor óptimo de acuerdo con la literatura.

Tabla 7 *Valores de temperatura, oxígeno disuelto y pH para este estudio y valores óptimos de acuerdo con la bibliografía consultada.*

Parámetro	Rango	Óptimo
Oxígeno	8 a 9	8,5
Temperatura (°C)	13 a 14	15
pH	7 a 8	7

6.2. Peso de la trucha

Al ser una alimentación basada en verduras y alimento comercial, se analizó de acuerdo con el tamaño inicial de los alevines y con esto de acuerdo con el número de alevines sembrados en cada tratamiento (657), para su posterior registro y análisis. En la Tabla 8 se indica la evolución del peso de las truchas de acuerdo con las mediciones quincenales. T1, T2 y T3 significa los tratamientos analizados. T1 corresponde al tratamiento control, T2 corresponde al tratamiento con verduras con variaciones en las cantidades, así como para el tratamiento T3. Para el registro de esta variable se pesaron 60 truchas de forma individual para cada tratamiento.

Tabla 8 Análisis estadístico del peso (gr)

Análisis de tratamientos del peso/gr						
T1						
Quincena	Promedio	Desv. Estándar	Moda	Mediana	Valor mínimo	Valor Máximo
Quincena 1	2	0,3	2,2	2	1,4	2,5
Quincena 2	2,5	0,4	2,5	2,55	1,8	3,2
Quincena 3	6	0,5	5,9	6	4,9	6,9
Quincena 4	11	0,6	10,5	11	9,9	12,3
Quincena 5	21	1,0	21,5	21,1	19	22,5
Quincena 6	40	1,0	39,3	39,85	38,1	42
Quincena 7	49	1,4	48,9	48,9	47	51,9
Quincena 8	60	1,6	59,6	59,6	58	63
Quincena 9	86	1,0	85,8	85,85	84	87,9
T2						
Quincena	Promedio	Desv. Estándar	Moda	Mediana	Valor mínimo	Valor Máximo
Quincena 1	2,5	0,3	2,5	2,5	1,8	3,1
Quincena 2	3,5	0,4	3,9	3,6	2,7	4,1
Quincena 3	8	0,3	8,2	8,1	6,9	8,7
Quincena 4	15	0,4	14,9	15	13,9	15,8
Quincena 5	33	1,5	32,8	33,15	30,3	35,3
Quincena 6	49	1,4	47,7	48,8	47,1	51,8
Quincena 7	60	1,5	58,3	59,85	58	62,7
Quincena 8	86	1,5	84,1	85,6	84,1	88,9
Quincena 9	136	1,5	134,2	135,85	134	138,9
T3						
Quincena	Promedio	Desv. Estándar	Moda	Mediana	Valor mínimo	Valor Máximo
Quincena 1	2,3	0,3	2,5	2,4	1,7	2,9
Quincena 2	3	0,3	2,9	3	2,2	3,6
Quincena 3	7,5	0,4	7,2	7,4	6,8	8,4
Quincena 4	14	0,6	14,6	14	12,7	14,9
Quincena 5	28	1,1	27	27,55	26,8	30,4
Quincena 6	43	1,2	41,6	43,1	41	45,1
Quincena 7	-	-	-	-	-	-
Quincena 8	-	-	-	-	-	-
Quincena 9	-	-	-	-	-	-

Se observa que el tratamiento 2 tiene mejor resultado que los demás, esto hace referencia que la adición de verduras en la dieta de las truchas tiene influencia en el peso, por lo mencionado se establece que las cantidades de



alimento orgánico suministrado (90%/10%, 75%/25%, 50%/50%) en este estudio fueron acertadas cumpliendo los pronósticos.

Además, el T2 es aquel con mejores resultados, puesto que, los valores de la media del T2 tiene un valor del 29,5 % sobre el T1; la mediana del T2 tiene un valor del 36.36% sobre el T1; la moda del T2 tiene una diferencia del 42.85 % con referencia al T1; la media geométrica del T2 tiene una diferencia del 27.27%, en comparación al T1.

6.3. Talla de la trucha

Como se aprecia en la tabla 9, los tratamientos 2 y 3 presentan, numéricamente, mejor respuesta en comparación al tratamiento 1 o control. Se puede citar que el tratamiento 2 corresponde a la adición de verduras manteniendo una relación de alimento comercial/verduras, en porcentajes de; Alevines: 90%/10%, Juveniles: 75%/25%, y Engorde: 50%/50%, fue el mejor llegando a medir 3 centímetros de diferencia al tratamiento control.

Tabla 9 Análisis estadístico de talla de las truchas (cm)

Análisis de tratamientos de la talla/cm						
T1						
Quincena	Promedio	Desv. Estándar	Moda	Mediana	Valor mínimo	Valor Máximo
Quincena 1	5,0	0,6	4,9	4,9	4,0	5,9
Quincena 2	6,0	0,6	5,8	6,1	5,0	7,0
Quincena 3	8,0	1,2	7,5	7,7	6,1	10,0
Quincena 4	10,0	1,4	11,4	10,1	8,0	11,9
Quincena 5	12,0	1,2	10,8	12,1	10,0	13,9
Quincena 6	15,0	1,0	14,7	14,8	13,1	16,9
Quincena 7	16,0	1,6	14,4	16,0	13,1	18,9
Quincena 8	17,0	1,8	16,3	17,4	14,0	19,7
Quincena 9	19,0	1,9	20,1	19,0	16,0	21,8
T2						
Quincena	Promedio	Desv. Estándar	Moda	Mediana	Valor mínimo	Valor Máximo
Quincena 1	6,0	0,6	5,2	6,0	5,0	7,0
Quincena 2	7,0	0,6	6,8	6,9	6,0	8,0
Quincena 3	9,0	0,6	8,6	8,8	8,0	9,9
Quincena 4	11,0	1,2	12,8	10,9	9,0	12,9
Quincena 5	14,0	1,2	15,7	14,0	10,2	16,0
Quincena 6	16,0	1,0	14,8	16,0	14,2	17,8
Quincena 7	17,0	1,2	15,8	16,8	15,1	19,0
Quincena 8	19,0	1,7	16,7	18,9	16,2	22,0
Quincena 9	22,0	1,7	19,5	22,2	19,1	24,8
T3						
Quincena	Promedio	Desv. Estándar	Moda	Mediana	Valor mínimo	Valor Máximo
Quincena 1	5,8	0,6	5,9	5,75	5	7
Quincena 2	6,5	0,9	6	6,2	5	7,9
Quincena 3	8,5	1,0	7,3	8,2	7	10
Quincena 4	10,6	1,1	11	10,6	8,5	12,4
Quincena 5	12,9	0,6	13,2	12,8	12	14
Quincena 6	15,6	0,8	16,3	15,7	14	16,9
Quincena 7	-	-	-	-	-	-
Quincena 8	-	-	-	-	-	-
Quincena 9	-	-	-	-	-	-

Se observa también que T2 es aquel con mejor resultados, debido a que su media supera en un 10,44% sobre el T1; la mediana del T2 tiene un valor del 14,28% sobre el T1; la moda del T1 tiene una diferencia del 8,33% con



referencia al T2; la media geométrica del T2 tiene una diferencia del 14.63%, en comparación al T1.

6.4. Ganancia de peso (g) de la trucha

La tabla 8, indica que la adición de las verduras con el alimento comercial brinda buenos resultados. Por esto, juntamente con los productores de la parroquia, se socializó a los diferentes productores del sector que tengan presente agregar verduras como alternativa de alimentación de las truchas arcoíris. Al evaluar porcentualmente la última toma de datos con 30,8 g de peso en el control vs 43,8 g, del tratamiento 2, da un aumento del 28 y 29% en la ganancia de peso.

De acuerdo con la literatura citada, se encuentra que, las tablas de alimentación ya establecidas (Colque, 2020), en el presente ensayo tienen similitud referente al peso y talla, de manera que esta alimentación basada en una dieta alternativa a base de hortalizas más alimento comercial, ayuda a mejorar las características organolépticas de la trucha arcoíris.

6.5. Consumo de alimento convencional vs orgánico

Como se estableció en el objetivo específico 1, se puede comprobar que el tipo de alimentación mejora la ganancia de peso pero no tiene mayor incidencia en reducir el tiempo de producción, dado que la intención de los productores es mejorar las características, sin embargo, se deben evaluar otros factores externos que permitan optimizar este parámetro, como por ejemplo la turbidez del agua, el cual, si bien no ha sido mayor problema para la producción, pero en base la observación *in situ*, de alguna manera les impide cazar con facilidad el alimento, haciendo un esfuerzo innecesario, lo



que representa un gasto de energía extra que termina afectando su crecimiento normal.

6.6. Mortalidad (%)

Este aspecto nos lleva exponer que las aguas y las condiciones bioclimáticas de la zona son favorables para la adaptación de las truchas, debido a que el índice de mortalidad es bajo, ni siquiera llega al rango permitido (8 y 10%). En este ensayo se tuvo una mortalidad muy baja correspondiente a 96% en el tratamiento control y 98% en el tratamiento 2.

6.7. Calidad de la carne y sus características organolépticas

Para este apartado de los resultados se desarrolló una fase de degustación de las truchas en donde además se analizó el contenido visceral de las truchas, de acuerdo con el protocolo que se detalla a continuación:

Se utilizaron 15 ejemplares y se valoraron el rendimiento a la canal (RC) y el peso de órganos digestivos (IDS) siguiendo las siguientes fórmulas (Eslava, 2009). Los ejemplares que fueron sacrificados equivalen a 1,71 Kg de peso vivo, y de esto alrededor del 18% consiste en eviscerado, además se eliminó cabeza y cola nos da un 22% del eviscerado, por lo tanto, en promedio cada trucha pesa alrededor de 113 gr, es decir se ajusta a una relación 4 unidades por libra.

$$R.C.(\%) = \frac{\text{peso eviscerado}}{\text{peso total}} \times 100$$

$$R.C.(\%) = \frac{25\text{gr}}{113\text{kg}} \times 100 = 22.12\%$$

De la misma manera se desarrolla para el peso de órganos digestivos (IDS)

$$IDS(\%) = \frac{PDO}{\text{peso total}} \times 100$$

$$IDS(\%) = \frac{20.34 \text{ kg}}{113\text{kg}} \times 100 = 18\%$$

El levantamiento de información del proceso de degustación se realizó mediante una ficha, la cual contenía dos opciones correspondientes a los tratamientos 1 y 2, por tanto, esta opción contiene una escala de 1 a 5, que fueron ubicados bajo cada criterio y gusto de los degustantes; en la Tabla 10, se detalla la ficha.

Tabla 10 Escala hedónica

Categoría	Número
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Para poder realizar la calificación **de acuerdo con** la tabla hedónica es necesario poseer una tabla crítica para indicar los valores designados por cada degustante y de esta manera saber la puntuación a cada ítem expuesto

que se detalla en la tabla 11.

Tabla 11 *Escala crítica*

Muestra	Color	Olor	Sabor	Textura

En este proceso se llevó a cabo con la presencia de las autoridades del GAD Parroquial de Zhidmad del Cantón Gualaceo, delegados de los productores, médico delegado y algunos ciudadanos invitados para esta actividad. Se les proporcionó una hoja ficha y con una imagen de esta escala, para que de acuerdo con sus criterios personales califiquen la escala hedónica, cabe destacar que previo a esta degustación se realizó una capacitación para dar a conocer las directrices de la diligencia respectiva.

Para los análisis de las encuestas realizadas en la degustación se muestran los datos en las tablas 12 y 13.

Tabla 12 *Degustación del Tratamiento 1 o control*

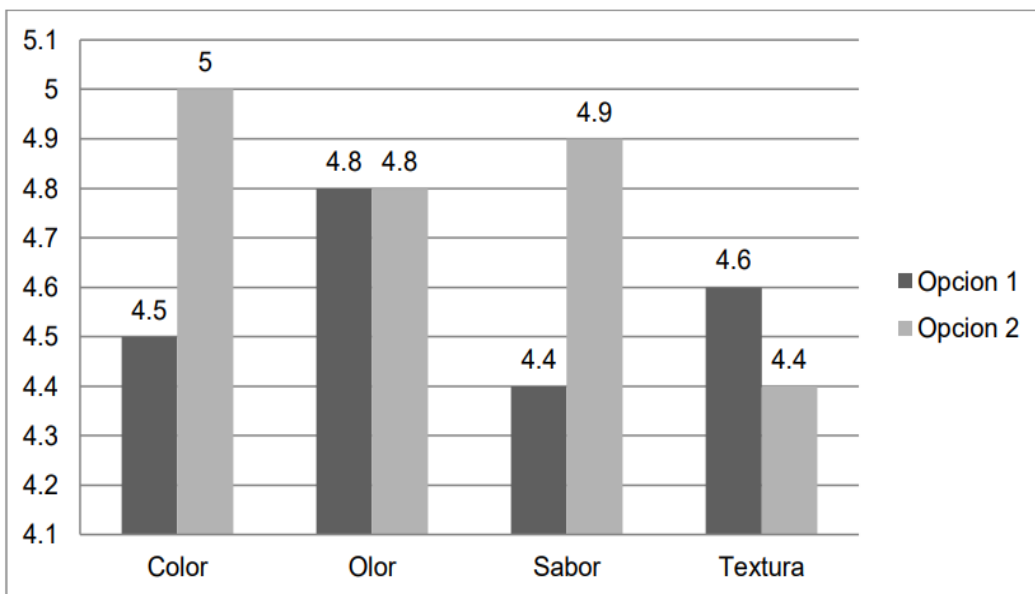
Degustante	Color	Olor	Sabor	Textura
1	4	4	3	5
2	5	5	4	5
3	3	5	5	4
4	5	4	3	5
5	5	5	5	4
6	5	5	5	4
7	5	5	5	5
8	3	5	5	5
9	5	5	4	5
10	5	5	5	4
Promedios	4,5	4,8	4,4	4,6

Tabla 13 *Degustación del tratamiento 2*

Degustante	Color	Olor	Sabor	Textura
1	5	5	4	5
2	5	5	5	5
3	5	5	5	5
4	5	5	5	4
5	5	5	5	5
6	5	5	5	4
7	5	5	5	5
8	5	5	5	5
9	5	5	5	5
10	5	3	5	1
Promedios	5	4,8	4,9	4,4

Se analizaron las opciones a nivel de promedios que se detallan en la siguiente figura.

Imagen 3 Valores promedio de los criterios de degustación de los tratamientos evaluado



Bajo este contexto se describe que el tratamiento 2 que incluye la adición de



verduras, tiene una mejor aceptación, entonces en el criterio del color tiene un 10% de diferencia a favor del T2; para el olor se obtuvieron los mismos resultados; en cuanto al sabor el T2 tuvo un 10.2% de preferencia sobre el T1 y finalmente la textura tiene también una preferencia sobre el T2 del 4.34% en referencia T1.

6.8. Análisis económico para calcular los costos de producción.

Este aspecto se analizó de acuerdo con los costos variables o directos, basados en:

- i. **Materia prima** (principales y subsidiarias). Son todos los insumos que se requiere para empezar la producción sin considerar la inversión inicial como por ejemplo terrenos, adecuación de las piscinas instalaciones de agua, servicios básicos, etc.
- ii. **Mano de obra directa** (sueldos a obreros y/o empleados). Se considera los gastos que representa pagar a una persona para el mantenimiento y cuidado de los peces, sin embargo, este rubro no representa mayor inconveniente debido a que los productores no dedican mayor tiempo al cuidado, en primer lugar, porque existen otras actividades como la ganadería y la agricultura y por otra parte se organizan para la aplicación de la alimentación sin comprometer las demás acciones. Una ventaja de esta producción es que lo realizan a nivel familiar y por cada familia existe al menos 4 integrantes que ayudarían al proceso.
- iii. **Supervisión** (10% de la mano de obra directa). Este rubro está compuesto por una persona que brinde la asesoría y guía técnica durante



el proceso, con la finalidad de ayudar a los productores de la zona. A todo esto, en los objetivos específicos se propone realizar una guía para el lugar con la finalidad de establecer parámetros que sean fáciles de replicar y esté al alcance de cualquier productor o persona.

iv. **Mantenimiento** (4-6% de la Inversión Fija).

Con la ayuda de la siguiente fórmula se analizarán los costos:

$$K = X \times (a + b + y)$$

En dónde;

K: costo mantenimiento US\$/año)

X: consumo de electricidad anual (kwh/año)

a: índice de materiales = costo del material de reparación por kwh usado

b: índice de mano de obra = horas hombre de reparación por kwh usado

y: costo de hora hombre con supervisión.

El análisis de estos costos nos sirve para conocer el mantenimiento de cada ciclo de las truchas para que posteriormente se pueda analizar si es viable o rentable poder recuperar la inversión inicial, todo sin tener en cuenta el tema de predios, construcción de piscinas y otros componentes que normalmente provienen de la inversión en otros proyectos.

La fórmula establecida hace referencia al consumo de energía anual, sin embargo, como esta actividad es la producción de truchas, se cambian o se reemplazan calificativos a cada ítem, de acuerdo con la necesidad del



proyecto. Por lo que se refiere a la alimentación, esto se estima de la cantidad de alimento balanceado en gramos que se consumió durante el ciclo, para ello tenemos 5065,13 g, que equivale a 11,15 libras, misma que tiene en costo promedio de

\$1.00 c/libra. También el costo de reparaciones o limpieza de las tuberías o canales de conducción de agua se realiza un aporte anual de \$15. En cuanto a la mano de obra, esta consiste en una adecuación o limpieza por ciclo, es decir, una cada año que corresponde a dos jornales (\$30), y finalmente la supervisión diaria que requiere para poder supervisar el agua, mediante un sondeo a los mismos productores. Se estima que el costo por supervisión es de \$15, entonces tenemos:

$$K = (11.15) (15 + 30 + 15) = \$669 \text{ cada ciclo}$$

Cabe recordar que en esta estimación se ha valorado la inclusión de las verduras, que si bien son restos de cosechas o que no tienen uso en la alimentación humana, sin embargo, se considera por temas de inversión de mano de obra que de acuerdo a los productores no les representa mayor cantidad debido a que simplemente se está sacando provecho del sobrante de vegetales, sin embargo tiene mucha importancia en la dieta de las truchas por contribuir con el reemplazo de una parte al alimento convencional y esto representarles disminución de costos.

6.9. Relación costo / beneficio

Este ítem se analiza para comparar el costo de un producto con respecto al beneficio que este brinda para analizar de forma efectiva y de este modo tomar una mejor decisión. Para calcular la relación costo beneficio se suman



todos los beneficios descontados, traídos al presente y se dividen a la suma de los costos descontados.

El beneficio que tendrá el proyecto es la cantidad de libras de truchas que se generan durante el ciclo de producción, en esta situación se estableció un tiempo de 4,5 meses que recaían más o menos entre 4 y 5 peces por libra. Esto significa que la cantidad de truchas que se producen sería de 1300 en total, lo que se tiene finalmente un beneficio económico de 715 dólares.

$$C/B = \frac{\text{Ingresos totales netos}}{\text{costos totales}}$$

$$C/B = \frac{715}{669} = 1.068$$

De acuerdo con lo establecido los valores de la relación C/B, aquellos que son mayores a 1, significa que se puede realizar una inversión y el proyecto es viable considerarlo. En esta situación es aceptable la cifra dada, aunque esta práctica se fomenta de forma artesanal, bajo el contexto que algunas actividades se dan por consecuencia de la otra en temas de cuidado y manejo de las truchas.

7. Discusión

Estudios demuestran que la adición de compuestos vitamínicos y proteicos de origen vegetal u orgánico, tienen una relevancia evidente en mejorar las características organolépticas, obtener productos sanos y contribuir al cuidado medio ambiental en reducir contaminantes acuáticos (Franco, 2004), siendo el objetivo de este estudio “Verificar si la alimentación semiorgánica reduce el tiempo de producción de las truchas”. En este caso, si bien no logró reducir el



tiempo de producción, concuerda con lo mencionado por Sen *et al.* (2006), quienes utilizaron enmiendas orgánicas a base de harina de lupino y otras especies que aportan a la alimentación.

Las alternativas de alimentación para las truchas basadas en dietas de origen vegetal contrastadas con aquellas tablas ya establecidas mejoran ciertos parámetros, tal como lo afirman Aranibar *et al.* (2013). Teniendo como objetivo del proyecto “Comprobar si la alimentación semiorgánica mejora la calidad de la carne y sus características organolépticas en comparación con el alimento convencional.”, los datos obtenidos en la degustación concuerdan con los resultados obtenidos por autores ya mencionados.

De acuerdo con la literatura, para entender la dinámica de la rentabilidad de un proyecto, es necesario conocer los costos de producción que se genera al implementar un negocio sin importar la dimensión de este. Entonces, respondiendo al objetivo del estudio de “Aplicar un análisis económico para calcular los costos de producción bajo los tratamientos a emplear”, Lupin (1998), en su libro menciona la importancia que debe tener un análisis económico y acota que, si la relación costo beneficio es mayor a 1, entonces es posible la inversión, afirmación que coincide con los resultados de esta investigación y es factible realizar inversiones similares en el diseño y ejecución de nuevos proyectos para las características de la parroquia de Zhidmad.

De acuerdo con algunos autores citados en este documento, se menciona la importancia que tiene realizar una guía práctica para cada localidad, siempre tendrán tendencias de variación por diversos factores ambientales y topográficos (De la Olivia, 2011). Por ello la importancia de responder al



objetivo de crear un manual práctico para los productores de Zhidmad (Anexo 11).

8. Guía de producción de truchas arcoíris para la parroquia Zhidmad del cantón Gualaceo.

Esta guía corresponde a un manual diseñado para los productores de la zona donde se desarrolló el experimento y su elaboración responde al objetivo planteado al inicio de esta investigación, de tal manera que queden establecidos parámetros base que sean fáciles de utilizar y replicar, y estén al alcance de cada uno de los productores y emprendedores del lugar (Anexo 11).



9. Conclusiones

En conclusión, la ejecución del planteamiento del presente proyecto de investigación es factible, desde el punto de vista técnico y económico, de manera que puede ser replicado en cualquier predio de la parroquia Zhidmad.

La aplicación de una alimentación alternativa o mixta, que combine alimento comercial con hortalizas, no afecta la salud ni parámetros zootécnicos de la trucha arcoíris bajo las condiciones en la que fue desarrollada esta investigación.

La característica que más sobresale de esta investigación es el sabor de la carne, esto dará un valor agregado importante para facilitar la comercialización y apuntar al desarrollo de nuevos proyectos que satisfagan la creciente demanda.



10. Recomendaciones

En nuevas investigaciones en el tema se recomienda plantear un diseño experimental que incluya un mayor número de tratamientos, considerando que existen disponibles otras alternativas de alimentación de origen vegetal que podrían ayudar a optimizar los costos de producción y mejorar las características organolépticas del producto final que llega al consumidor.

La comunidad debe aprovechar las posibilidades de mejorar su comercialización, debido a que la oferta de carne de trucha no satisface completamente el mercado local, sin embargo, las aspiraciones de colocarse en los grandes comercios son muy interesante para alcanzar las aspiraciones del sector apuntando a mejorar su calidad de vida.

Analizar la viabilidad económica y logística de aplicar verduras deshidratadas con la finalidad de estandarizar consumos, sin embargo, no se debe descuidar que puede haber posibles efectos negativos por el tratamiento térmico.

Tener precaución con producciones ganaderas aledañas que pudieran contaminar con residuos de orina y heces cuando existe pendientes o cuando el agua lluvia arrastra estos sedimentos contaminando.



11. Bibliografía

Ablan& Rosales (2016). El Sistema Agroalimentario Localizado de la trucha en el estado Mérida, Venezuela. 27(42), 39-57. Recuperado el 20 de 03 de 2021, de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6040049>

El Pedregal S.A. de C.V. (1999). *Tabla de Alimentación*. Toluca. Recuperado el 13 de 04 de 2021, de <https://el-pedregal.com/descargas/Trucha%20Arco%C3%ADris-kg-alimento.pdf>

Almendarez, L. (2013). Caracterización y comportamiento económico de las embarcaciones camaroneras de alta mar del litoral del Pacífico mexicano como unidades de producción. *El Instituto Politécnico Nacional*, 124.

Aranibar et al. (2013). Valoración energética de nuevos alimentos para truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). (I.-e. 2.-2. ISSN 2306-8582, Ed.) *Dialnet*, Vol. 15(2: 275 - 284), 13. Obtenido de Revista Investigaciones Altoandinas.

Batallas, M. (2018). *Evaluar la suplementación con polen en alevines de trucha arcoiris (Oncorhynchus mykiss) medidos a través del peso y talla*. Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Quito. Recuperado el 07 de 02 de 2021, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15658>

BCE. (2012). Información Económica. *Banco Central del Ecuador*. doi:<https://contenido.bce.fin.ec>

Betancourt, L. (2015). FEEDING STRATEGIES FOR IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF THE COLOMBIAN FISH PRODUCTION. *REVISTA COLOMBIANA DE ZOOTECNIA ANZOO*, 1(1).



doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295026068013>

Castro & Quintong (2003). Proyecto para la producción y exportación de trucha ahumada. *Repositorio Universitario ESPOL*, 202.

doi:<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/3861>

CEDEP. (2009). Manual de crianza. Recuperado el 04 de 01 de 2021, de CEDEP: <http://cedepperu.org/publicaciones/manuales>

Chavez et al. (2019). Propuesta de un prototipo clasificador para optimizar el proceso de selección de trucha, en la Pyme Vincofish. *Repositorio Universidad Tecnológica del Perú*, 119.

doi:<https://hdl.handle.net/20500.12867/2293>

Colque, R. (2020). *Determination of the food conversion factor and growth of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) under different densities and feeding levels in artificial ponds in Llaullini, La Paz*. Recuperado el 10 de 10 de 2021,

de Redalyc:

http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-03042020000100008&lng=pt&nrm=iso?iframe=true&tlng=es

Corral et al. (2000). *La acuicultura: Biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial, Tomo I Análisis del desarrollo de los cultivos: medio, agua y especies*. Ediciones Mundi-Prensa. Recuperado el

10 de 04 de 2021, de Universidad Central del

Ecuador: <https://www.fundame.org/portfolio-item/la-acuicultura-biologia-regulacion-fomento-nuevas-tendencias-y-estrategia-comercial-2/>

Daroch, E. (2002). Sustitución parcial de la harina de pescado por harina de haba (Vicia faba var. Minor (Harz) Beck) en las formulaciones de alimento para salmonidos. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias, (INIA)*, 98. Recuperado el 20 de 03 de 2021, de Instituto de Investigaciones



Agropecuarias, (INIA), Chile:
<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1 &expresion=mfn=030604>

De la Olivia, G. (2011). Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arco iris. *scholargoogle*, 62. Recuperado el 09 de 02 de 2021, de *scholargoogle*:

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39144546/19._Manual_Buenas_Practicas_Acuicolas_en_el_cultivo_de_la_trucha_Arco_Iris.pdf?1444710941=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D19_Manual_Buenas_Practicas_Acuicolas_en.pdf&Expires=1618278415&Sign

Ecoactiva. (2018). CUERPO-Y-PARTES-TRUCHA-COMUN-ESPESCA. *Ecoactiva Castril, S.L.L.*

Eslava, P. (2009). ESTIMATION OF YIELD AND NUTRITIONAL VALUE OF BOBO MULLET (Joturus pichardi Poey, 1860) (Pisces: Mugilidae). *Scielo*, 11. Recuperado el 25 de 03 de 2021, de <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v14n1/v14n1a06.pdf>

FAO. (2014). *Manual Práctico para el Cultivo de la Trucha Arcoíris*. Recuperado el 16 de 02 de 2021, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura:
http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/18002/4/MartinezCamila_2020_EstudioPrefactibilidadTruchaArcoiris.pdf

Franco, D. (2004). *Aceite de soja. Análisis de Cadena Alimentaria. Dirección Nacional de Alimentación*,
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fac746f/doc/fac746f.pdf>.
Recuperado el 10 de 10 de 2011, de cybertesis.uach.cl:



http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/olea/Aceite_Soja-r19/A_soja.htm

Geurden, et al. (2009). A vegetable oil feeding history affects digestibility and intestinal fatty acid uptake in juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Science Direct*, 152(4), 552-559.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2008.12.016>

Hernández & Fernández (2013). Fuentes de proteína alternativa para dietas de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). *Portal de Revistas UANL*, 49-65. Recuperado el 1 de 2 de 2021, de <http://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/59/59>

Hilton et al. (1987). Absorption, distribution, half-life and possible routes of elimination of dietary selenium in juvenile rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *National Library of Medicine*, DOI: 10.1016/0306-

4492(82)90009-0,

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172014000200009&script=sci_arttext&tlng=pt.

López, D. (2015). Caracterización estática productiva de las unidades piscícolas en la provincia de Tungurahua. *DSpace ESPOCH.*, 105. doi:<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5241>

Lupin, H. (1998). INTERNATIONAL YEAR OF THE OCEAN. En A. Zugarramurdi, & M. Parin, *Ingeniería Económica Aplicada a la Industria Pesquera* (pág. 351). Mar del Plata Argentina: M-47 ISBN 92-5-303738-5.

Maiz et al. (2010). *Mundo Pecuário*. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/137-truchas.pdf

Mera, M. (1999). *eguminosas de grano de las tribus Genisteeae y Phaseoleae*. Recuperado el 10 de 10 de 2021, de [cybertesis.uach.cl: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fac746f/doc/fac746f.pdf](http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fac746f/doc/fac746f.pdf)

Montesinos, J. (2018). DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA CRIANZA DE



TRUCHAS ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*) EN CENTROS DE CULTIVO DEL LAGO TITICACA. *El Repositorio Institucional de la UPCH*, 81. doi:<https://hdl.handle.net/20.500.12866/3862>

Montoya, R. (2019). Osteología de *Oncorhynchus mykiss* (WALBAUM, 1792) “TRUCHA ARCO IRIS” PROVENIENTE DEL CENTRO PISCÍCOLA DE MOTIL - DISTRITO DE AGALLPAMPA, PROVINCIA DE OTUZCO. DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD 2018. *Repositorio Institucional Universidad Nacional de Trujillo*, 62. doi:<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12293>

Mora et al. (2009). Situación Actual De Las Especies Introducidas En El Ecuador Con Fines Acuícolas. *ESPOL*, 9. Recuperado el 04 de 01 de 2021, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1550/1/3076.pdf>

Olalde et al. (2014). Sistema agroacuícola coeficiente como una alternativa biotecnología sostenible en Xico Viejo, Ver. *researchgate*, 896. Recuperado el 20 de 03 de 2021, de Google Académico: [https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Zarur-](https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Zarur-Cortes/publication/324262840_Social_relevance_and_third_mission_in_public_universities_a_first_comparison_between_their_approaches/links/5ac7cbf74585151e80a3f57e/Social-relevance-and-third-mission-in-public)

[Cortes/publication/324262840_Social_relevance_and_third_mission_in_public_universities_a_first_comparison_between_their_approaches/links/5ac7cbf74585151e80a3f57e/Social-relevance-and-third-mission-in-public](https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Zarur-Cortes/publication/324262840_Social_relevance_and_third_mission_in_public_universities_a_first_comparison_between_their_approaches/links/5ac7cbf74585151e80a3f57e/Social-relevance-and-third-mission-in-public)

Olivia, G. (Mayo de 2011). *Manual Buenas Prácticas Acuícolas en el cultivo de la trucha Arco Iris*. Recuperado el 10 de 10 de 2021, de academia.edu: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39144546/19._Manual_Buenas_Practicas_Acuicolas_en_el_cultivo_de_la_trucha_Arco_Iris-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1633985385&Signature=CbS4~wB~gcQoAdDRTNz1FLOnx6~8UfwCit0wR7wT7T~XxUWwV3tA2jq75DIU7w0x7eYrU0RhhGHFf4C



hP

Ossa, J. (2018). Desarrollo y puesta en marcha de la empresa chicken: producción y comercialización de pollo con alimentación semi - orgánica (70% convencional, 30% no convencional) en los municipios de Riofrío, Tuluá y Trujillo, Valle Del Cauca, Zona Occidente, Colombia. *UNAD Universidad Nacional Abierta y a Distancia*, 138.

doi:<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/17409>

PDOT. (2015). Plan de Ordenamiento Territorial del Azuay Actualizado. *Secretaría Técnica Planifica Ecuador*. Recuperado el 15 de 02 de 2021, de Secretaría Técnica Planifica Ecuador:

<https://multimedia.planificacion.gob.ec/PDOT/descargas.html>

Phillips & Tschida (2008). *MANUAL BÁSICO PARA EL CULTIVO DE TRUCHA ARCO IRIS (Oncorhynchus mykiss)*. Recuperado el 08 de 10 de 2021, de researchgate.net: [https://www.researchgate.net/profile/Marco-Hernandez-](https://www.researchgate.net/profile/Marco-Hernandez-30/publication/320934783_Manual_basico_para_el_cultivo_de_trucha_arco_iris_Oncorhynchus_mykiss_GEM_TIES_Cuencas_Sanas_y_Modos_de_Vida_Sustentable_Series_de_Manuales_de_Capacitacion/links/5a0360890f7e9be)

[30/publication/320934783_Manual_basico_para_el_cultivo_de_trucha_arco_iris_Oncorhynchus_mykiss_GEM_TIES_Cuencas_Sanas_y_Modos_de_Vida_Sustentable_Series_de_Manuales_de_Capacitacion/links/5a0360890f7e9be](https://www.researchgate.net/profile/Marco-Hernandez-30/publication/320934783_Manual_basico_para_el_cultivo_de_trucha_arco_iris_Oncorhynchus_mykiss_GEM_TIES_Cuencas_Sanas_y_Modos_de_Vida_Sustentable_Series_de_Manuales_de_Capacitacion/links/5a0360890f7e9be)

Pierce. (1948). *Costos de Producción*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm#4.2.1%20materia%20prima>

Romero & Chistancho (2020). Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de trucha arcoiris en el municipio de Gómez Plata del departamento de Antioquia. *REPOSITORIO*

INSTITUCIONAL UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.

doi:<http://hdl.handle.net/10495/18002>

Sánchez, J. (2009). *Biología de la alimentación de la trucha común (Salmo*



trutta Linné, 1758) en los Ríos de Galicia. Recuperado el 13 de 02 de 2021, de Universidad de Santiago de Compostela:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=QO1nt-VT4csC&oi=fnd&pg=PA3&dq=sistema+digestivo+de+la+trucha&ots=ZhvTk_SS7s&sig=P6LNzP0XTyP8JJ5fH3HnyqjMZe8#v=onepage&q=sistema%20digestivo%20de%20la%20trucha&f=true

Sen, C., Khanna, S., & Roy, S. (2006). Vitamin E beyond tocopherols. *LifeSci*. 2006 Mar 27;78(18):2088-98. doi: *Redalyc, doi: 10.1016/j.lfs.2005.12.001. Epub 2006 Feb 3.*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16458936/>.

Torres, E. (2018). Influencia de la adición de extractos de carotenoides naturales en la dieta de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) sobre la pigmentación y estabilidad del filete. *repositorio institucional unal*, 86. doi:<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76174>

Waycott, B. (2019). La vision de una trucha vegetariana se vuelve un poco mas clara. *Global Aquaculture Advocate*. Recuperado el 12 de 02 de 2021, de Global Aquaculture Advocate: <https://www.aquaculturealliance.org/advocate/la-vision-de-una-trucha-vegetariana-se-vuelve-un-poco-mas-clara/#:~:text=La%20trucha%20arco%C3%ADris%20es%20una,y%20totalmente%20basada%20en%20plantas.>

Zapata, A. (2015). “*RESPUESTA BIOLÓGICA DE LA TRUCHA ARCOÍRIS FRENTE A TRES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN (BALANCEADO, LOMBRICES DE TIERRA Y MIXTO)*”. Recuperado el 10 de 10 de 2021, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec>: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5219/1/17T1305.pdf>

12. Anexos

Anexo 1: Socialización de la implementación del proyecto.



Anexo 2: Adecuación de las piscinas para la siembra de los alevines.



Anexo 3: Siembra de alevines.



Anexo 4: Toma de datos quincenales, con una muestra de 60 individuos.



Anexo 5: Administración del alimento balanceado más hortalizas.



Anexo 6: Supervisión de la evolución de las truchas.

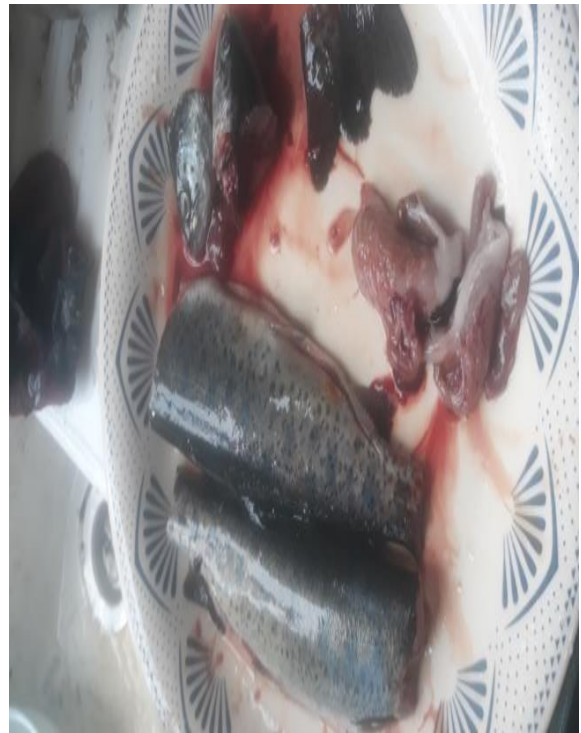




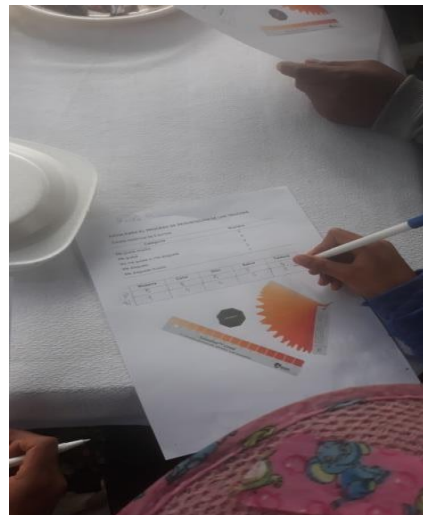
Anexo 7: Acompañando a los productores de la parroquia Zhidmad.



Anexo 8: Proceso de degustación, con 30 ejemplares de truchas para el tratamiento 1 y 30 para el tratamiento 2.



Anexo 9: Calificación de acuerdo con las dos opciones de la degustación.



**Anexo 10:** Registro quincenal de los tratamientos aplicados.

Fecha	Tratamiento	Número peces	pp/gr	% tasa alimentación	Biomasa/gr.	Alimento diario	Número de raciones/día	Cantidad alimento/ración	Cantidad gr. balanceado	Cantidad gr. Verduras	Descripción
08-may	I	667	4	8,00	2668,00	213,44	6	35,57	32,02	3,56	Alevines
08-may	II	667	4	8,00	2668,00	213,44	6	35,57	32,02	3,56	Alevines
08-may	III	667	4	8,00	2668,00	213,44	6	35,57	32,02	3,56	Alevines
22-may	I	655	8	7,00	5240,00	366,80	6	61,13	55,02	6,11	Alevines
22-may	II	654	8	7,00	5232,00	366,24	6	61,04	54,94	6,10	Alevines
22-may	III	658	8	7,00	5264,00	368,48	6	61,41	55,27	6,14	Alevines
05-jun	I	650	13	6,00	8450,00	507,00	5	101,40	91,26	10,14	Alevines
05-jun	II	652	13	6,00	8476,00	508,56	5	101,71	91,54	10,17	Alevines
05-jun	III	651	13	6,00	8463,00	507,78	5	101,56	91,40	10,16	Alevines
19-jun	I	647	18	5,00	11646,00	582,30	5	116,46	104,81	11,65	Juvenil
19-jun	II	645	19	5,00	12255,00	612,75	5	122,55	110,30	12,26	Juvenil
19-jun	III	648	20	5,00	12960,00	648,00	5	129,60	116,64	12,96	Juvenil
03-jul	I	639	24	5,00	15336,00	766,80	4	191,70	172,53	19,17	Juvenil
03-jul	II	640	24	5,00	15360,00	768,00	4	192,00	172,80	19,20	Juvenil
03-jul	III	642	26	5,00	16692,00	834,60	4	208,65	187,79	20,87	Juvenil
18-jul	I	638	38	4,00	24244,00	969,76	4	242,44	218,20	24,24	Juvenil
18-jul	II	639	40	4,00	25560,00	1022,40	4	255,60	230,04	25,56	Juvenil
18-jul	III	640	39	4,00	24960,00	998,40	4	249,60	224,64	24,96	Juvenil



01-ago	I	635	65	4,00	41275,00	1651,00	4	412,75	371,48	41,28	Engorde
01-ago	II	633	75	4,00	47475,00	1899,00	4	474,75	427,28	47,48	Engorde
01-ago	III	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	Engorde
15-ago	I	628	80	3,00	50240,00	1507,20	3	502,40	452,16	50,24	Engorde
15-ago	II	629	90	3,00	56610,00	1698,30	3	566,10	509,49	56,61	Engorde
15-ago	III	0	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	Engorde
29-ago	I	601	110	3,00	66110,00	1983,30	3	661,10	594,99	66,11	Engorde
29-ago	II	615	115	3,00	70725,00	2121,75	3	707,25	636,53	70,73	Engorde
29-ago	III	0		0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	Engorde
								454,00	5065,13	562,79	



Anexo 11: Guía de producción de truchas arcoíris para la parroquia Zhidmad del cantón Gualaceo

Presentación

Como es de conocimiento general, la producción de truchas en la Parroquia de Zhidmad ha venido creciendo de manera simultánea debido a la demanda de esta especie por diversos factores, como las características organolépticas. Otro antecedente es la fácil adaptación de las truchas, teniendo buena aceptabilidad en el mercado. Además de ofrecer una alternativa de alimentación en la dieta diaria de las familias de la localidad.

Se consideran algunos factores para el desarrollo de esta especie, tales como:

1. Manejo del Agua

Las aguas de la Parroquia de Zhidmad son aptas para el desarrollo de las truchas de modo que han cumplido con las características necesarias para su adecuada producción.

Parámetro	Rango	Optimo
Oxígeno	8 a 9	8,5
Temperatura (°C)	13 a 14	15
pH	7 a 8	7

Para poder medir la **temperatura** del agua se sugiere introducir un termómetro de vidrio en una escala de 0 a 30°C, se recomienda realizar tres repeticiones en cada uno de los horarios de 6 de mañana, 12 medio día y 6 de la tarde, posteriormente se calcula un promedio de estas mediciones.

La medición del **pH** se realiza por medio de tiras de papel que se los consigue en una tienda de venta de insumos agrícolas.

Mientras que para medir el **oxígeno** se lo realiza mediante una sonda de plata (Ag) con alambre de platino (Pt) y una solución electrolítica de cloruro de potasio (KCl), es un material permeable que permite el paso del oxígeno presente en la solución, mas no el paso en sí de esta.

Se recomienda realizar un **recambio** de agua, dependerá de muchos factores como el caudal, la profundidad y calidad de agua. Sin embargo, se realiza dividiendo los metros cúbicos que pasan en el estanque el día, entre el volumen del estanque. Esto puede servir también para calcular la cantidad de truchas que se colocan en una piscina, de manera que mientras más recambios de agua existan se tendrá mayor cantidad de esta especie. Para poder medir y estimar el volumen de agua con facilidad se recomienda realizar piscinas rectangulares para la crianza y engorde, por lo que es fácil obtener el volumen multiplicando el largo por ancho y altura ($V=L \times A \times H$). A esto sumar



que para realizar la oxigenación se coloca una tubería con perforaciones simultáneas, esto a la mayor altura posible y tratando de ocupar el contorno a lo ancho de la piscina.

El caudal que se maneja en la zona de Zhidmad es de 5 litros por minuto correspondiente a una temperatura de entre 13 y 17°C, además es muy importante tener en cuenta las condiciones para la adquisición o compra de los alevines, si se tiene una buena semilla garantizaremos nuestra producción para ellos se debe tomar en cuenta aspectos como:

Reacción	Aquellos alevines sanos huyen a la movilidad presente y los que se estacionan sin reacción no son lo suficientemente sanos.
Color	Se recomienda comprar alevines claros en cambio los oscuros o negros son señal de enfermos.
Anormalidades	Observar que los ojos no sean saltones, torcidos, presencia de hongos que normalmente son manchas blancas o daños en la piel.
Estado nutricional	El tamaño mínimo debe ser de 3 centímetros, deben presentar una cabeza grande y cuerpo delgado.
Homogeneidad	Los alevines deben tener tamaños similares entre si
Sexo	De preferencia deben existir hembras por que los machos son agresivos y crecen menos.

La para la siembra de los alevines se recomienda colocar de acuerdo con el tamaño y la forma de las piscinas, sin embargo, nos conviene en piscinas circulares para la siembra y de acuerdo con las experiencias de los productores de la zona, les facilita el manejo en las piscinas rectangulares.

Longitud de los alevines	Número máximo por m ³	
	En estanques circulares	En estanques rectangulares
3,0 cm	7500	7500
4,0 cm	4600	2300
5,0 cm	3400	1700

En cuanto a la alimentación de las truchas o alevines, se recomienda suministrar granulado fino con alto nivel de proteína (44 a 50%), esto si el tamaño es menor a 5 cm, posterior a eso se recomienda alimentar o suplir con la ración que se hizo el ensayo, en la presente tabla se muestra una alimentación combinada de **concentrado/verduras** en porcentajes de; Alevines: 90%/10%, Juveniles: 75%/25%, Engorde: 50%/50%.



Número peces	pp/gr	% tasa alimentación	Biomasa/g.	Alimento diario	Número de raciones/día	Cantidad alimento/ración	Cantidad g. balanceado	Cantidad gr. Verduras	Descripción
667	4	8,00	2668,00	213,44	6	35,57	32,02	3,56	Alevines
667	4	8,00	2668,00	213,44	6	35,57	32,02	3,56	Alevines
667	4	8,00	2668,00	213,44	6	35,57	32,02	3,56	Alevines
655	8	7,00	5240,00	366,80	6	61,13	55,02	6,11	Alevines
654	8	7,00	5232,00	366,24	6	61,04	54,94	6,10	Alevines
658	8	7,00	5264,00	368,48	6	61,41	55,27	6,14	Alevines
650	13	6,00	8450,00	507,00	5	101,40	91,26	10,14	Alevines
652	13	6,00	8476,00	508,56	5	101,71	91,54	10,17	Alevines
651	13	6,00	8463,00	507,78	5	101,56	91,40	10,16	Alevines
647	18	5,00	11646,00	582,30	5	116,46	104,81	11,65	Juvenil
645	19	5,00	12255,00	612,75	5	122,55	110,30	12,26	Juvenil
648	20	5,00	12960,00	648,00	5	129,60	116,64	12,96	Juvenil
639	24	5,00	15336,00	766,80	4	191,70	172,53	19,17	Juvenil
640	24	5,00	15360,00	768,00	4	192,00	172,80	19,20	Juvenil
642	26	5,00	16692,00	834,60	4	208,65	187,79	20,87	Juvenil



Número peces	pp/gr	% tasa alimentación	Biomasa/g.	Alimento diario	Número de raciones/día	Cantidad alimento/ración	Cantidad g. balanceado	Cantidad gr. Verduras	Descripción
638	38	4,00	24244,00	969,76	4	242,44	218,20	24,24	Juvenil
639	40	4,00	25560,00	1022,40	4	255,60	230,04	25,56	Juvenil
640	39	4,00	24960,00	998,40	4	249,60	224,64	24,96	Juvenil
635	65	4,00	41275,00	1651,00	4	412,75	371,48	41,28	Engorde
633	75	4,00	47475,00	1899,00	4	474,75	427,28	47,48	Engorde
0	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	Engorde
628	80	3,00	50240,00	1507,20	3	502,40	452,16	50,24	Engorde
629	90	3,00	56610,00	1698,30	3	566,10	509,49	56,61	Engorde
0	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	Engorde
601	110	3,00	66110,00	1983,30	3	661,10	594,99	66,11	Engorde
615	115	3,00	70725,00	2121,75	3	707,25	636,53	70,73	Engorde
0		0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	Engorde



Se describe también el proceso de selección de las truchas, en esta actividad se aprovecha para realizar el peso promedio, porque es necesario contar con: una red de arrastre, adecuada para cada tamaño del pez, una regla, dos baldes graduados. Para desarrollar este muestreo se desplaza la red de arrastre por las piscinas, se capturan los peces. Se coloca un balde con agua hasta la mitad y se pesa, posteriormente se cuentan las truchas y se colocan en el balde que fue pesado y de igual forma se vuelve a pesar ya incluidas las truchas, se repite hasta que se llegue al 10% del total de truchas sembradas, en lo que se puede ayudar con la siguiente fórmula:

$$PP = \frac{P2 - P1}{TP}$$

En donde:

PP= peso promedio de las truchas

P1= peso del balde con el agua

P2= peso del balde del agua con las truchas

TP= número de truchas pesadas

Es importante saber la procedencia, calidad y contenido nutricional del alimento balanceado para que al momento de suministrar a las truchas y más si ésta tiene una combinación de verduras ya que en ellas estamos aportando una cantidad de nitrógeno y fibra a su alimentación,

Para el manejo de enfermedades se recomienda realizar las siguientes condiciones; lentitud o pérdida de apetito, nadado en espiral o vertical, agrupación en la superficie y respiración más rápida, piel o aletas dañadas, branquias o agallas pálidas o con lesiones, vientre inflamado, ojos salidos. Estas enfermedades pueden ser causadas por virus, bacterias, hongos, parásitos internos o externos. Antes de tomar cualquier decisión se debe realizar un examen de laboratorio o si es posible identificar la enfermedad debido a que si se trata de una enfermedad ocasionada por virus no existe tratamiento, lo que se recomienda ir aislando los peces enfermos.

Por otro lado, se recomienda tener una adecuada limpieza de las instalaciones como posas o piscinas para poder garantizar un sano control, para esta práctica se recomienda bajar el nivel de agua hasta dejar en 50 cm de altura y de esta forma eliminaremos aquellos desechos que pueden afectar la calidad del agua. El tratamiento con cal viva para tratar hongos, bacterias y huevos o larvas de insectos. También se recomienda realizar una desinfección de las peceras cada ciclo o recambio de estado de crecimiento, debido a que en el fondo de la piscina se acumulan restos de alimento lo que



hace que la oxigenación del agua no se realice en todo su volumen y hacer que las truchas requieran desgaste de energía y causando daños ceberos e inclusive la muerte.

Otras condiciones que se debe tener muy en cuenta es la ubicación del lugar de los estanques o posas, para evitar que mediante la escorrentía o lixiviados afecte o contamine el agua que ingresa a las piscinas, estos contaminantes pueden ser de origen animal, maquinaria, etc.

Finalmente es necesario registrar todas las actividades que se realizan durante el proceso de producción de las truchas, esto con la finalidad de poder mejorar o corregir los errores que se cometieron en el anterior ciclo de modo que se va perfeccionando la crianza de peces. Además, los análisis tanto de suelos, pH, agua, oxígeno, etc. que son necesarios al inicio para tener un índice de mortalidad bajo.