



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PROBIÓTICO COMERCIAL "BIO-PROBIOTIC-C®" EN EL
CICLO PRODUCTIVO DE LA TRUCHA ARCO IRIS (*ONCORHYNCHUS MYKISS*)

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingenieros Agroindustriales y de Alimentos

Profesor Guía

Msc. Darío Miguel Posso Reyes

Autores

María Belén Calero Cárdenas
Juan Andrés Villavicencio Castro

Año
2016

DECLARACIÓN DE PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Darío Miguel Posso Reyes
Máster en Ciencias e Ingeniería de los Alimentos
CI.: 1713040952

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos del autor vigentes”.

María Belén Calero Cárdenas
C.I.: 1720166287

Juan Andrés Villavicencio Castro
C.I.: 1715955025

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestras familias y amigos por apoyarnos con sus ánimos y buenos deseos. También queremos agradecer a nuestro profesor guía Darío Posso por el esfuerzo y tiempo que invirtió en cumplir nuestro objetivo de finalizar con éxito este trabajo.

DEDICATORIA

A mi familia amigos por el apoyo en todo momento para cumplir mis metas y culminar una etapa más en mi vida.

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos, mi abuelita
y amigos por su apoyo, consejos y
amor para alcanzar mis objetivos.

RESUMEN

El proyecto de investigación se realizó para evaluar el efecto del probiótico comercial BIO-PROBIOTIC-C[®] adicionado al alimento balanceado y suministrado en el ciclo productivo de la trucha arco iris. La investigación tuvo dos etapas, la primera en campo que duró 6 meses (tiempo del ciclo productivo de la trucha) y la segunda en laboratorios para la extracción de harina de pescado y determinación del perfil de ácidos grasos. Los tratamientos establecidos fueron dos, tratamiento blanco (TB) o tratamiento sin la adición de probiótico y tratamiento con probiótico (TP), cada uno de éstos con su respectiva réplica. La evaluación del efecto probiótico se realizó mediante las comparaciones de porcentajes de supervivencia, incremento de talla y peso, que fueron registrados mensualmente y también se analizó la composición de ácidos grasos omega 3 y 6 en la carne de los individuos.

Al finalizar la experimentación los resultados mostraron que la adición de probióticos en el alimento balanceado promueve un mayor incremento de peso y talla en menor tiempo, resistencia inmunológica a las principales enfermedades que se presentan en estos individuos y un mayor porcentaje de supervivencia en el transcurso del ciclo productivo. Se determinó que la diferencia obtenida de estos aspectos de las tinas con el tratamiento probiótico generan mayores ingresos económicos. En el análisis de ácidos grasos se determinó que el porcentaje de ácidos omega 3 y 6 fue inferior en las muestras de individuos con tratamiento TP, sin embargo no existió diferencia estadísticamente significativa en el perfil de ácidos grasos entre tratamientos.

ABSTRACT

The research project was conducted to evaluate the effect of commercial probiotic BIO-PROBIOTIC-C[®] added to the balanced feed of rainbow trout during its production cycle. The investigation had two stages, the first field that lasted 6 months (trout production cycle span) and the second in laboratories for extracting fishmeal and determination of fatty acid profile. Two treatments were established: a control group (TB) without adding probiotic and treatment (TP) with the addition of Probiotic, each of them with its respective replica. Probiotic effect evaluation was performed by comparisons of survival rates, increased height and weight, which were registered monthly and composition of fatty acids omega 3 and 6 in the flesh of individuals was also analyzed.

The experimental results showed that the addition of probiotics in feed promotes a greater increase in weight and height in less time, immunological resistance to major diseases that occur in these individuals and a higher survival rate during the production cycle. It was determined that the difference obtained from these aspects of probiotic treatment tubs generate higher income. In the analysis of fatty acids, it was determined that the percentage of omega 3 and 6 was lower in samples of individuals with TP treatment, however there was no statistically significant difference in the fatty acid profile between treatments.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Alcance	2
1.2 Objetivo general.....	2
1.3 Objetivos específicos.....	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Situación actual de la acuicultura	4
2.1.1 Situación de la acuicultura en el país	4
2.1.2 Producción mundial de trucha arco iris.....	5
2.1.3 Producción nacional de la trucha arco iris	7
2.2 Trucha arco iris.....	9
2.2.1 Etapas de desarrollo de las truchas.....	10
2.2.2 Manejo de Cultivo de la trucha arco iris.....	12
2.2.3 Enfermedades	20
2.2.4. Alimentación	27
2.3. Probiótico	30
2.3.1. Definición	30
2.3.2. Probióticos en acuicultura.....	30
2.3.3. Mecanismo de acción y beneficios del probiótico	32
2.3.4. Probiótico comercial BIO-PROBIOTIC-C®	34
2.4. Ácidos grasos.....	35
3. METODOLOGÍA.....	38
3.1. Materiales y Equipos	38
3.2. Procedimiento en Campo	38
3.3. Desarrollo del Procedimiento en Campo	44

3.4. Procedimiento en Laboratorio.....	49
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.1. Consumo Mensual de Alimento.....	50
4.2. Análisis de Talla Ganada.....	51
4.3. Análisis de Peso.....	53
4.4. Análisis de Supervivencia.....	56
4.5. Causas de Mortalidad.....	57
4.6. Análisis de Ácidos Grasos.....	60
5. ANÁLISIS ECONÓMICO	62
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
6.1. Conclusiones.....	65
6.2. Recomendaciones.....	66
REFERENCIAS.....	67
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la trucha arco iris	9
Tabla 2. Calidad de agua requerida para el cultivo de truchas	12
Tabla 3. Influencia de la temperatura del agua en el crecimiento de la trucha arco iris.....	14
Tabla 4. Dimensiones de los estanques	18
Tabla 5. Densidades en los estanques.....	19
Tabla 6. Valor nutricional del alimento para cada etapa	28
Tabla 7. Granulometría del alimento para Trucha arco iris	28
Tabla 8. Frecuencia de alimentación en el cultivo de la trucha arco iris	29
Tabla 9. Cantidad de alimento establecida para el tratamiento sin probiótico.....	42
Tabla 10. Cantidad de alimento establecida para el tratamiento con probiótico.....	43
Tabla 11. Dosificación recomendada para preparación de alimento probiótico.....	44
Tabla 12. Balanceado Inicio N°2.....	45
Tabla 13. Identificación y tratamiento de enfermedades.....	45
Tabla 14. Balanceado N° 3 de Crecimiento	46
Tabla 15. Balanceado TC de Crecimiento	47
Tabla 16. Balanceado N°4 de Engorde.....	47
Tabla 17. Balanceado N°5 de Engorde.....	48
Tabla 18. Análisis Económico	62
Tabla 19. Costos de Producción para ambos tratamientos.	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción de la acuicultura reportada en Ecuador (a partir de 1950).....	5
Figura 2. Producción mundial de trucha arco iris.....	6
Figura 3. Principales países productores de trucha arco iris.	7
Figura 4. Trucha Arco Iris	9
Figura 5. Etapas de desarrollo de la trucha arco iris	11
Figura 6. Estanques	15
Figura 7. Estanque semi-natural.....	16
Figura 8. Estanque artificial	16
Figura 10. Necrosis infecciosa hematopoyética	21
Figura 11. Septicemia hemorrágica viral	22
Figura 12. Furunculosis	23
Figura 13. Enfermedad bacteriana de las agallas.....	23
Figura 14. Enfermedad entérica de la boca roja.....	24
Figura 15. Enfermedad bacteriana del punto rojo.....	25
Figura 16. Micosis gastrointestinal	25
Figura 17. Ictioftiriasis o punto blanco	26
Figura 18. Argulosis.....	27
Figura 19. Factores incidentes en el efecto del probiótico.....	31
Figura 20. Estructura química de los Ácidos Grasos omega-3 Eicosapentaenoico (EPA) y Docosahexaenoico (DHA)	36
Figura 21. Estructura química del omega-6 Ácido Araquidónico	36
Figura 22. Consumo de alimento mensual (gramos).....	50
Figura 23. Incremento Talla Mensual (centímetros).	51
Figura 24. Gráfica de Fisher - Talla ganada (T.G).....	52
Figura 25. Peso ganado (gramos).....	53
Figura 26. Peso Acumulado.	54
Figura 27. Gráfica de Fisher – Peso Ganado (P.G).....	55
Figura 28. Porcentaje de Supervivencia.	56
Figura 29. Gráfica de Fisher – Supervivencia (S).....	57

Figura 30. Mortalidad por Agallas.....	58
Figura 31. Mortalidad por punto rojo.....	59
Figura 32. Porcentaje de ácidos grasos insaturados.....	60

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador cuenta con una diversidad de climas que incentivan a la realización de actividades productivas agrícolas o acuícolas. Es catalogado como país agropecuario por ser productor de banano, flores y camarones. El cultivo de la trucha arco iris es una opción para incentivar, debido a las condiciones favorables que brinda el país. Esta actividad se ha desarrollado en las provincias de la Sierra porque cuentan con temperaturas del agua entre 13°C y 18°C y poseen mayor recurso hídrico (Gallardo, 2012). Además este sector continúa en un proceso de crecimiento e intensificación de su producción porque representa un ingreso económico de 2'678 997 dólares al año para el país.

La utilización de probióticos en la alimentación de animales se ha implementado de manera creciente en los últimos años, para la obtención de diferentes beneficios como: mantener un estado saludable, reducir el riesgo de enfermedades y buscar la fijación de los nutrientes en el animal. De esta manera, la aplicación de probióticos representarán una alternativa para lograr una óptima eficiencia en la conversión de alimento de las truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), y obtener mayor producción por la reducción de mortalidad por enfermedades, por lo tanto generaría un aumento en las ganancias económicas significativas para los productores de trucha del país. Uno de los factores que se busca al implementar el probiótico es el aumento del valor nutricional del alimento, porque en la actualidad el consumo de alimentos ricos en ácidos grasos esenciales ha incrementado por el cambio de hábitos alimenticios, porque las personas prefieren llevar una dieta saludable e ingerir alimentos que brinden beneficios para la salud.

La mayoría de piscifactorías del Ecuador carecen de información acerca de las nuevas tendencias del manejo alimenticio para lograr un mayor rendimiento del animal y permitir una mayor resistencia a enfermedades. Esta falta de

conocimiento de nuevas opciones alimenticias no ha permitido el eficiente cultivo de la trucha a grandes cantidades.

Por estos motivos se ha realizado la investigación con el objetivo de potencializar el cultivo de la trucha arco iris en el Ecuador, reducir el tiempo de producción, y aumentar la calidad nutricional de la carne de la trucha, para que de esta manera la exportación de la trucha tenga una ventaja competitiva.

1.1 ALCANCE

El desarrollo del proyecto se ejecutará en la piscifactoría "Acuimagg del Ecuador" que se encuentra situada en la parroquia "Manuel Cornejo Astorga", ubicada en el Cantón Mejía, provincia de Pichincha, en el kilómetro 43 de la vía Alóag-Santo Domingo.

El tiempo de la realización del proyecto abarca desde la adquisición del probiótico comercial, su posterior adición en el alimento balanceado y el monitoreo de las truchas durante todo su ciclo productivo bajo los diferentes tratamientos. El proceso de aplicación de probiótico en el alimento y el monitoreo se realizarán dentro de las instalaciones de Acuimagg del Ecuador, mientras que el proceso de análisis de los ácidos grasos omega 3 y omega 6 se realizarán en los laboratorios de la Universidad de las Américas (UDLA) y en los laboratorios del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina.

1.2 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto del probiótico comercial "Bio-Probiotic-C[®]" en el ciclo productivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*).

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar el porcentaje de supervivencia, incremento de la talla y peso mensual de la trucha arco iris entre el blanco y el tratamiento con probiótico.
- Identificar el porcentaje de mortalidad entre el blanco y el tratamiento con probiótico.
- Analizar la composición de ácidos grasos insaturados en la carne de trucha arco iris entre el blanco y el tratamiento con probiótico.

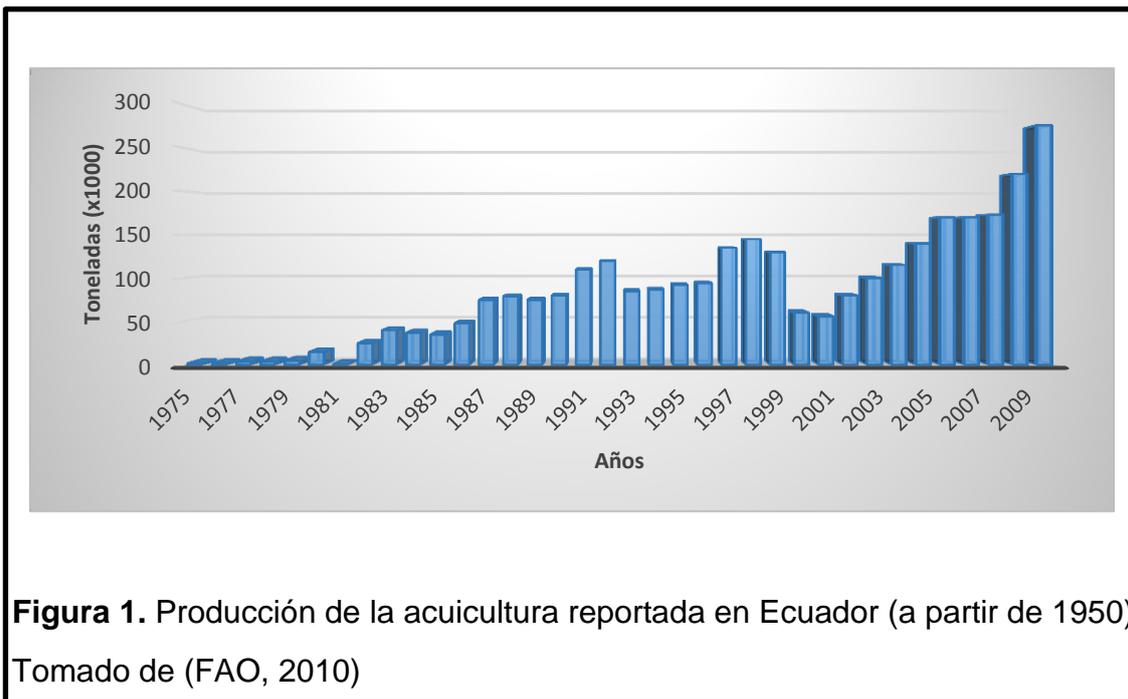
2. MARCO TEÓRICO

2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA ACUICULTURA

2.1.1 Situación de la acuicultura en el país

En Ecuador el desarrollo de la acuicultura se sustenta por el cultivo del camarón (*Litopenaeus spp*) ya que abarca aproximadamente el 95% de la producción y el 5% restante lo ocupan el cultivo de tilapia, peces y crustáceos de agua dulce. La región interandina abarca la acuicultura de agua dulce que se concentra en su mayoría en la producción de trucha arcoíris, sin embargo en el sector acuícola del país no existe recopilación de información confiable porque carece de procesos estandarizados (FAO, 2010).

Al ser la producción de camarón la actividad acuícola (producción por medio del cultivo de organismos acuáticos) (Lexicoon, 2016) más rentable en el país por la gran cantidad de toneladas exportadas, a mediados de la década de los 90 el sector camaronero mejoró su infraestructura y promovió la creación de industrias de insumos para el sector acuícola. A partir de 1999 el cultivo de camarón a lo largo de la región costera fue afectado por el virus de la “Mancha Blanca” y redujo su producción, recuperándose nuevamente a partir del año 2002, con la producción de tilapia para exportación como indica la figura 1 (FAO, 2010).



El sector acuícola continúa creciendo e intensificando su producción, por lo que representa un ingreso económico de 670 millones al año por exportaciones y genera 187.000 puestos de trabajo en el país (FAO, 2013).

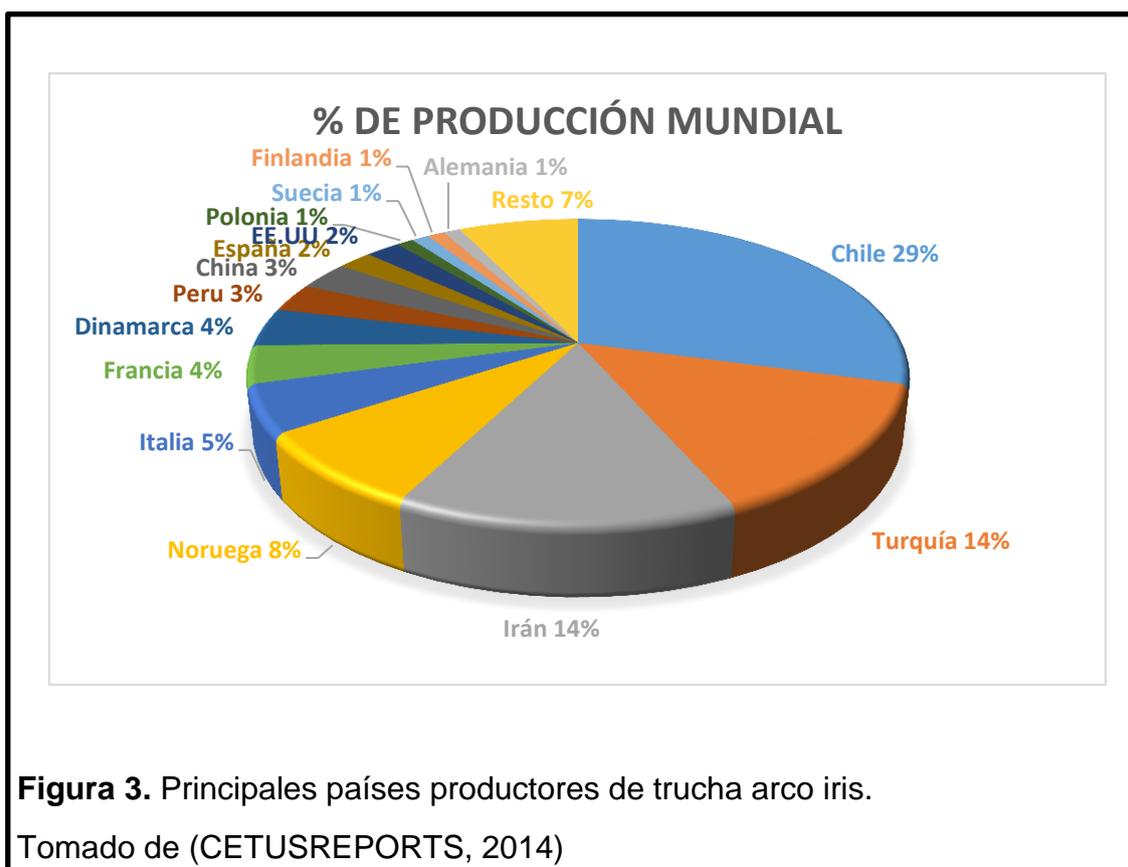
2.1.2 Producción mundial de trucha arco iris

La producción de esta especie se ha incrementado significativamente desde 1950 como se detalla en la figura 2, principalmente en Europa y más reciente en Chile, esto se generó por el aumento de la producción continental en países como España, Dinamarca, Francia, Alemania e Italia con el fin de abastecer los mercados nacionales y la producción en Noruega y Chile para cubrir el mercado de exportación (FAO, 2013).



El consumo de la trucha se concentra en los países que la producen, sin embargo Chile y Noruega cultivan truchas con características específicas (alto nivel de pigmento y gran tamaño) para cubrir el mercado japonés. En el 2001 Japón importó 84.000 toneladas de trucha arco iris. (FAO, 2002)

Actualmente el principal país productor de esta especie es Chile, que posee el 29% de la producción mundial de trucha, otros países productores son EE.UU, Italia, Noruega, Dinamarca, Reino Unido, Francia, Italia, Irán y España (CETUSREPORTS, 2014). En la figura 3 se detallan los porcentajes de la producción mundial de los países productores de trucha arco iris en el año 2011.



2.1.3 Producción nacional de la trucha arco iris

A partir del año 1930, se introdujeron al Ecuador huevos embrionarios de trucha que sirvieron para poblar los sistemas fluviales, distribuyéndose a los ríos y lagunas de la región interandina (Buenaño, 2010).

La piscicultura (actividad relacionada con la cría y reproducción controlada de peces y mariscos) (Larousse, 2014) representa una opción para ser incentivada, por el diverso clima del país, tener un recurso hídrico de 110 billones de m³ por año en la vertiente del Océano Pacífico y de 290 billones de m³ por año en la vertiente Amazónica (Galarraga, 2004) y generar fuentes de empleo (Echeverría, 2012). La crianza de truchas se ha desarrollado en el país por contar con temperaturas de cultivo entre 5°C y 18°C (Gallardo, 2012)

En el año 2006 el Centro de Investigaciones Acuícolas de Papallacta (CENIAC) realizó el primer censo piscícola de producción de trucha arco iris que dio como

resultado que en el país funcionan 213 criaderos distribuidos especialmente en Azuay, Pichincha, Napo y Sucumbíos. Producen un total de 982,3 toneladas al año, que representan aproximadamente un rubro de 2'678 997 dólares (Gallardo, 2012).

Estadísticas del Banco Central del Ecuador, expone que un 10% de la producción nacional es exportada a Perú, Colombia y Venezuela y el 90% restante es destinada al consumo nacional (Mora, Uyaguari & Osorio, 2009). Se estima que el país cuenta actualmente con pedidos externos que superan las 100 toneladas (Garrido, 2008).

El crecimiento de la producción de truchas se ha dado porque la demanda de una fuente de proteína animal que aporte a la seguridad alimentaria, se incrementó en Ecuador por el cambio de hábitos alimenticios y el aumento de la población. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) el consumo de pescado a nivel nacional se ubica en noveno lugar como resultado de los hábitos alimenticios que han adquirido las personas por su valor nutricional y la disposición de diferentes variedades de pescado en cada una de las regiones del país (ENSANUT, 2012).

Los aspectos involucrados para el desarrollo en el proceso de producción son: dotación de alevines con genética mejorada, alimento balanceado de calidad, infraestructura, asistencia técnica e insumos y créditos otorgados a los productores (MAGAP, 2014). Un adecuado monitoreo y control sanitario permiten prevenir situaciones que generan bajas producciones que impiden potencializar el cultivo de la trucha arco iris y competir en otros mercados.

2.2 TRUCHA ARCO IRIS



Figura 4. Trucha Arco Iris

Tomado de (Acuariofilia Madrid, 2014)

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la trucha arco iris

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Pisces
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinopterygii
Orden	Salmoniformes
Familia	Salmonidae
Género	Oncorhynchus
Especie	Mykiss
Nombre científico	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre común	Trucha arco iris

Tomado de (Maiz, Valero & Briceño, 2010)

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), es una especie perteneciente a la familia Salmonidae, se caracteriza por poseer el cuerpo de forma fusiforme como se observa en la figura 4, la coloración, el desarrollo y la supervivencia de la trucha puede variar por el ambiente en el que vive, edad, estado de maduración sexual y otros factores (Phillips, 2006). La clasificación taxonómica está detallada en la tabla 1.

Es un pez que tolera diferentes tipos de ambientes y manipulaciones con un crecimiento rápido. Pueden ser alimentados con dietas artificiales lo que permite realizar su crianza en cautiverio.

Es originaria de las costas del Pacífico de América del Norte. Ha presentado gran adaptación al momento de estar en cautiverio, por ende, se ha practicado la crianza en casi todo el mundo. En América del Sur se la puede encontrar en Ecuador, Perú, Venezuela, Argentina, Brasil, Bolivia Chile y Colombia (CEDEP, 2009).

La trucha arco iris se distribuye en diferentes ambientes como lagos, ríos y lagunas de aguas frías por su fácil adaptación y movilidad. Son considerados peces de agua fría por su resistencia a temperaturas cercanas a la congelación, sin embargo posee un amplio rango de tolerancia a la temperatura (Mendoza y Palomino, 2004).

2.2.1 Etapas de desarrollo de las truchas

El desarrollo de la trucha arco iris está clasificado en 4 etapas, como se observa en la figura 5:

- **Ova:** Es la primera etapa, los huevos fecundados entran en estado de incubación durante 8 días, posteriormente eclosionan para convertirse

en larvas. La temperatura óptima para la incubación de ovas es de 7 a 12 °C (Troutlodge, 2016)

- **Alevines:** Son peces que miden de 3 cm. a 14 cm., están listos para su distribución y pesan entre 1,5 g. a 20 g. Esta etapa es la más importante porque su velocidad de desarrollo puede aumentar o disminuir para las etapas futuras.
- **Juveniles:** En esta etapa los peces se encuentran en el cuarto mes desde su eclosión, miden de 15 cm. a 22 cm. con un peso de 75 g. a 125 g., a partir de esta etapa los peces son más resistentes a enfermedades lo que disminuye su mortalidad.
- **Trucha de engorde:** El pez se encuentra listo para su distribución y comercialización con un peso de 200 g. a 250 g. y miden de 25 a 30 cm., esta etapa oscila entre el quinto y sexto mes dependiendo de la alimentación, volumen de siembra entre otros (Mendoza y Palomino, 2004).

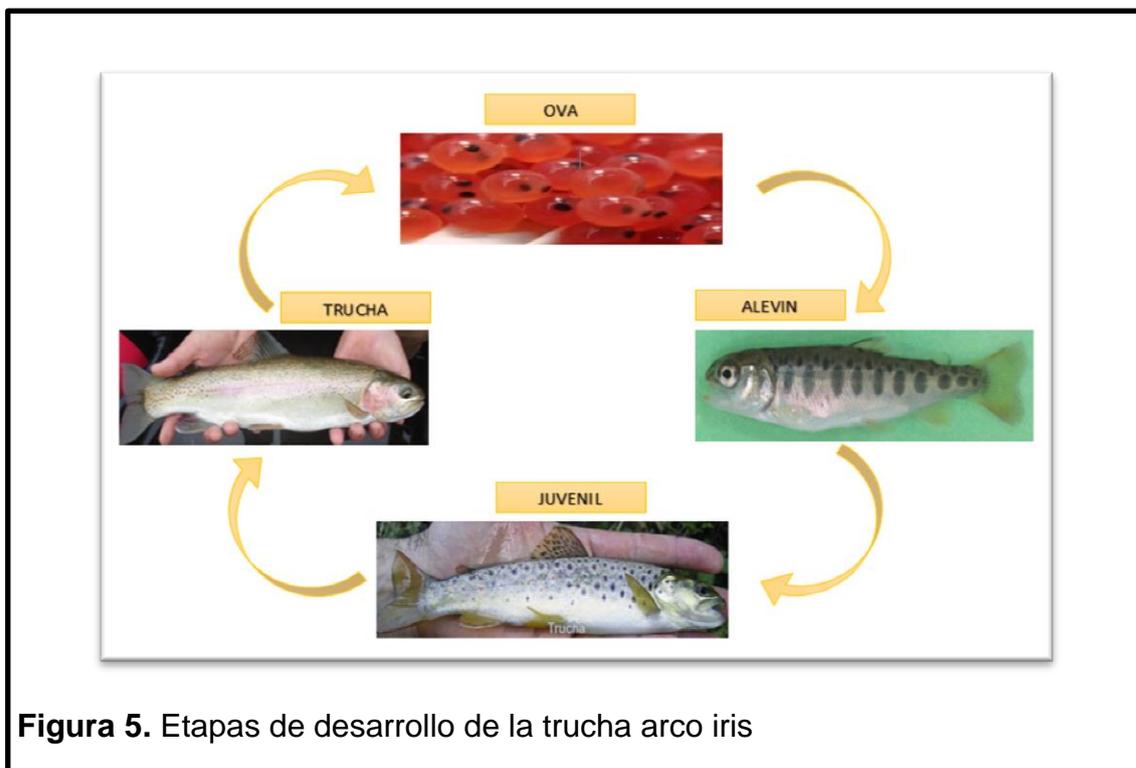


Figura 5. Etapas de desarrollo de la trucha arco iris

2.2.2 Manejo de Cultivo de la trucha arco iris

El monocultivo y los sistemas intensivos son los que se utilizan para que esta actividad sea económicamente rentable. Para la producción de la trucha arco iris existen parámetros de cultivo como recurso hídrico, instalaciones, y alimentación, estos parámetros tienen como objetivo potencializar su desarrollo y crecimiento. Generalmente la comercialización de los peces se la hace en dos etapas, en la etapa de alevinaje y en la etapa de engorde. (FAO, 2010)

2.2.2.1 Calidad de agua

Para la crianza de trucha la calidad de agua es uno de los puntos más importantes, porque el agua es el medio donde se va a desarrollar, por esta razón se debe conocer y mantener los parámetros del agua como: oxígeno, pH, amonio, temperatura y turbidez, como se detalla en la tabla 2, para cosechar las truchas con las características deseadas.

Tabla 2. Calidad de agua requerida para el cultivo de truchas

Temperatura	Crecimiento: 7,2-18 °C Reproducción e incubación: 7,2-13°C
pH	6,7-9
Temperatura (°C)	10-18
Oxígeno suelto	Mayor a 5 mg./L
Dióxido de carbono	Menor a 2 mg./L
Calcio	Mayor a 52 mg./L
Zinc	Menor a 0,04 mg./L a pH de 7,6
Amonio	Menor a 0,012 mg./L como NH ₃
Nitrito	Menor a 0,55 mg./L
Nitrógeno	Menor a 110% de saturación total
Sólidos suspendidos	Menor a 80 mg./L
Sólidos disueltos	Menor a 400 mg./L
Ácidos sulfhídrico	Menor a 0,002 mg./L

Tomado de (Martínez, 2010)

- **Oxígeno**

En la truchicultura (actividad dedicada a la crianza de trucha) los peces que se encuentran en desarrollo como juveniles y truchas de engorde, requieren mayor cantidad de oxígeno disuelto en el agua, lo que significa que deben poseer tasas mínimas y continuas de oxígeno entre 5 y 5.5 mg./L, sin embargo en las dos primeras etapas del ciclo de la trucha demandan mayor cantidad de oxígeno, entre 6 y 7 mg./L, si el medio donde se desarrollan posee cifras menores a las mencionadas, la trucha posee dificultades para extraer oxígeno del agua, lo que genera problemas con su desarrollo.

La cantidad de oxígeno que se encuentra en el agua está determinada por varios factores como: físicos, químicos y biológicos, sin embargo la temperatura es uno de los factores más influyentes, porque al elevarse la temperatura del agua, disminuye la cantidad de oxígeno presente, lo que generará mayor requerimiento de oxígeno en el animal (Oliva, 2011).

- **Temperatura**

La trucha arco iris depende del medio en el que vive para regular su temperatura corporal ya que no posee la habilidad de hacerlo por sí misma. La temperatura del agua influye directamente con los procesos de reproducción de las truchas, su velocidad de desarrollo como se indica en la ver tabla 3, el estado de su actividad metabólica, el oxígeno presente en el agua y la concentración de materiales metabólicos.

Puede subsistir en aguas con temperaturas que oscilan entre los 0°C hasta los 25°C, sin embargo para que el desarrollo y crecimiento sean óptimos los rangos de temperatura en el agua deben ser de 13°C a 18°C, que genera un desarrollo rápido y con características deseadas. A partir de 21°C no se recomienda la crianza de trucha ya que los niveles de oxígeno son muy bajos (Martínez, 2010).

Tabla 3. Influencia de la temperatura del agua en el crecimiento de la trucha arco iris

Temperatura del Agua (°C)	Peso Inicial (g.)	Peso de las truchas (g.) en relación con el tiempo en días						
		30	60	90	120	150	180	210
11	4,6	8,3	20	34,2	62	92,2	139,8	199,4
13	4,6	12,0	25	47,6	87	130,4	192,0	294,1
15	4,6	14,0	33	58,0	100	159	237,0	338,0

Tomado de: (Martínez, 2010)

- **pH**

En el cultivo de la trucha arco iris es necesario conocer los niveles de pH presentes en el agua porque estos influyen en el nivel de estrés del animal. El rango de pH óptimo se encuentra entre valores de 6,5 a 9, y valores inferiores a 4 y superiores a 11 causarían la muerte del animal (Martínez, 2010).

- **Turbidez**

La turbidez se refiere a la cantidad de partículas suspendidas en las aguas provenientes del suelo o vegetación, que a mayor grado de concentración afectan el estado fisiológico de las truchas por los problemas branquiales que se generan y provocan infecciones especialmente en las etapas más tempranas de crecimiento. En épocas de lluvias la turbidez aumenta por el mayor arrastre de partículas, por lo que el control del agua en los estanques es más riguroso (Oliva, 2011).

- **Amonio**

El nivel de amoníaco presente en el agua se produce por la cantidad de excreciones fecales de los animales. Es un factor primordial a controlar, porque en niveles superiores a los establecidos en la tabla 2 representa toxicidad y esto afecta al crecimiento y branquias de las truchas. La toxicidad se da por la

forma no ionizada del amoníaco, y depende del pH y temperatura del agua. El pH es el factor que más influye porque su aumento en una unidad, ocasiona el incremento de 10 veces la producción de amonio tóxico (Oliva, 2011).

2.2.2.2 Instalaciones del cultivo

- **Estanques o piscinas**

Hábitat artificial de la trucha arco iris en el que se acumula y circula la cantidad necesaria de agua con el fin de lograr el crecimiento y desarrollo del animal satisfaciendo las exigencias biológicas como en su medio natural. En la figura 6 se muestra un tipo de estanque artificial.



Figura 6. Estanques

Tomado de (Torpoco, 2013)

- **Tipos de estanques**

Estanque semi-natural: cuerpo de agua acondicionado por el hombre para el cultivo del pez. Se utiliza terrenos arcillosos para evitar filtraciones. Este tipo de estanques se utilizan para la crianza extensiva y semi intensiva. En la figura 7 se observa un estanque semi-natural.



Figura 7. Estanque semi-natural

Tomado de (Torpoco, 2013)

Estanque artificial: diseñado y construido principalmente para cultivos piscícolas. Puede ser construido con cemento, ladrillos, refuerzo de piedras, etc. Se utilizan para la crianza intensiva. En la figura 8 se observa un estanque artificial.



Figura 8. Estanque artificial

Tomado de (Torpoco, 2013)

- **Tipos de Crianza**

- **Extensiva**

Siembra del cultivo en un cuerpo de agua, la alimentación se basa en la productividad natural del ambiente, es posible que exista algún acondicionamiento por parte del hombre.

- **Semi intensiva**

Se maneja el cultivo en ambientes artificiales o naturales, la alimentación puede ser suplementaria, natural o ambas; permite un mejor manejo y acondicionamiento del medio.

- **Intensiva**

Cultivo con mayor nivel de control y manejo, posee avanzada tecnología, para obtener elevados rendimientos por unidad de área, la alimentación se sustenta con dietas balanceadas.

- **Tamaño y forma de estanques**

Los estanques poseen forma rectangular o circular y distintas dimensiones pero esto depende de la topografía del terreno y de las etapas de crecimiento del animal, como se detalla en la tabla 4. Estanques pequeños se utilizan para la etapa de alevines, medianos para juveniles y estanques grandes para la etapa de engorde y reproducción. Los estanques en tierra pueden poseer diferentes tamaños pero deben ser manejables. Se debe seleccionar el recurso hídrico y el terreno, posteriormente se selecciona el tipo de estanque, su forma, tamaño, puntos de entrada y salida de agua (CEDEP, 2009).

Tabla 4. Dimensiones de los estanques

Etapas de desarrollo de la trucha	Largo (m.)	Ancho (m.)	Profundidad (m.)	Nivel de Agua (m.)
Alevines	4-14	0,4-2	0,5-1,0	0,4-0,8
Juveniles	15-20	2-3	1-1,2	0,8-1,0
Engorde	25-30	3-4	1-1,2	0,8-1,0

Tomado de (Martínez, 2010)

Estanques correctamente distribuidos para cada etapa de crianza permite una producción cíclica y rotativa de alevines, juveniles y trucha de engorde, además permite el uso racional del agua. Para un correcto manejo de cultivo se debe evitar la sobrepoblación (Martínez, 2010).

2.2.2.3 Densidad de Siembra

La cantidad de peces en los estanques está expresada en kilogramo de peces por metro cuadrado de estanque. El total de peces (kg./m²) que pueden ser colocados en una piscina, está relacionado con la cantidad de oxígeno en el caudal, el peso individual del animal y las instalaciones del terreno como se detalla en la tabla 5.

Para el cálculo de la densidad de siembra es necesario tomar como patrón de partida y de máximo aprovechamiento la cantidad de truchas de 200 g. que pueden ser colocadas en un metro cuadrado a 10°C de temperatura. Con estas condiciones, densidades de 20 a 25 kg./m² son aconsejables para piscicultores con poca experiencia en el cultivo de la trucha (Blanco, 1994).

Tabla 5. Densidades en los estanques.

Etapas	Talla (cm.)	Peso (g.)	Densidad/(N° de peces)	Carga (Kg./m2)	Caudal/(L/min)
Alevines	3	0,27	10000	1,30	8
	4	0,30	3000-5000	1,30-2,40	16
	5	1,40	2500	2,50	30
	6	2,51	1500	4,00	40
	8	5,96	1000	6,20	90
	10	11,44	600	7,20	105
	12	19,58	400	8,00	265
	14	31,27	300	9,40	415
Juveniles	16	46,00	260	9,60	580
	16	65,80	160	10,60	800
	20	90,60	125	12,00	1150
	22	120,00	100	12,50	1450
Engorde	24	155,70	65	12,80	1740
	26	197,90	60	13,30	2075
	28	230,50	50	13,60	2415
	30	265,10	45	14,10	2765

Tomado de (Martínez, 2010)

Cuando existe un exceso de animales en los estanques, las truchas empezarán a competir por alimento y espacio causando lesiones físicas entre ellas. Conjuntamente existe un constante rozamiento entre los individuos que ocasionan heridas corporales, desarrollo de hongos, estrés, incomodidad y descamación, todos estos factores retrasan el ritmo de crecimiento y desarrollo. Por estas razones se debe evitar la sobrepoblación de peces y distribuirlos de acuerdo a la talla y peso en densidades recomendadas.

La clasificación de las truchas es elemental para el manejo del cultivo, porque en un lote de truchas existe un dominio jerárquico de los peces grandes sobre los de menor tamaño, los peces dominantes tienden a ocupar lugares del estanque que ofrecen mejores condiciones, cercanas a la caída del agua donde la cantidad de oxígeno es mayor. La dominancia también influye al momento de la alimentación porque los individuos dominantes excluyen a los de menor tamaño de los sitios de alimentación, esto genera una desigualdad en el desarrollo y crecimiento del animal (Oliva, 2011).

2.2.3 Enfermedades

Dentro del ciclo productivo de la trucha es necesario conocer los procedimientos de prevención y curación de enfermedades que pueden limitar la producción.

Los principales factores que ocasionan la presencia de enfermedades son:

- **Físicos:** Nivel de turbidez del agua y la temperatura.
- **Químicos:** Niveles escasos de oxígeno, presencia de contaminantes orgánicos e inorgánicos, alteraciones de pH, etc.
- **Nutricionales:** Carencia o desequilibrio de nutrientes en el alimento.
- Incorrecto manejo en la limpieza, manipulación, traslado, etc (CEDEP, 2009).

2.2.3.1. Enfermedades causadas por virus

- **Necrosis pancreática infecciosa (NPI)**



Figura 9. Necrosis pancreática infecciosa
Tomado de (Godoy, 2013)

Se transmite por individuos infectados, presentan un movimiento lento, se hunden frecuentemente hacia el fondo del estanque, nadan por sus costados y presentan mucosidad transparente o blanquecina en su estómago como se observa en la figura 9.

Tratamiento y prevención: No existe tratamiento, para prevenir se debe evitar introducir peces silvestres y que los peces adquiridos cuenten con registro sanitario. (Oliva, 2011).

- **Necrosis infecciosa hematopoyética (NHI)**



Figura 10. Necrosis infecciosa hematopoyética
Tomado de (Godoy, 2013)

Se transmite de progenitores a descendientes por medio de semen u ovas infectadas y de un pez infectado a otro. Afecta mayoritariamente a juveniles y alevines, los peces infectados presentan hinchazón en los ojos, distensión en el abdomen, pérdida de sangre en las aletas dorsal y pectoral y en orificios respiratorios. El riñón, hígado y viseras se encuentran necrosados, como se observa en la figura 10.

Tratamiento y prevención: No existe tratamiento por lo que se debe tomar las mismas medidas preventivas ya mencionadas (Oliva, 2011).

- **Septicemia hemorrágica viral (SHV)**

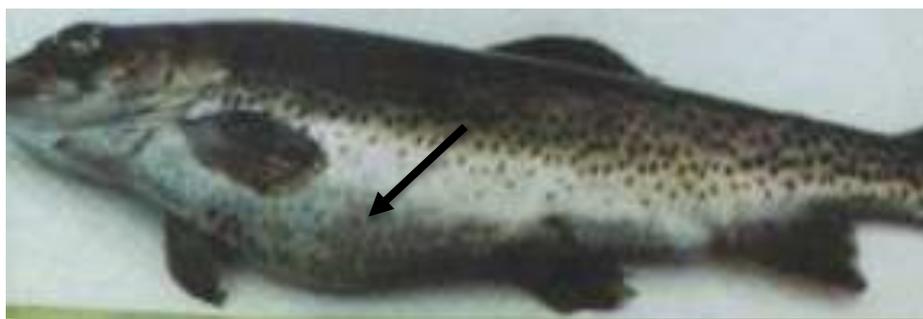


Figura 11. Septicemia hemorrágica viral

Tomado de (Gijón & Zarza, 2006)

Se transmite de un pez infectado a otro y afecta principalmente a juveniles. Los individuos infectados muestran enrojecimiento en la base de las aletas pectorales, poseen branquias pálidas y sangrantes, la piel del pez se torna más oscura, presenta letargo y el abdomen hinchado como se observa en la figura 11.

Tratamiento y prevención: No existe tratamiento por lo que se debe tomar las mismas medidas preventivas ya mencionadas (Oliva, 2011).

2.2.3.2. Enfermedades causadas por bacterias

- **Furunculosis**



Figura 12. Furunculosis
Tomado de (Godoy, 2013)

Es causada por la bacteria *Aeromonas salmonicida*, los peces infectados pierden apetito, se aíslan del grupo, presentan inflamación del intestino, ampollas en la piel, hemorragias en el hígado, aletas pectorales infectadas y sangrantes como se observa en la figura 12.

Tratamiento y prevención: Se debe aislar a los individuos enfermos y tratarlos. Los peces muertos deben ser retirados de los estanques para evitar la contaminación. El tratamiento para esta enfermedad es con alimentos medicados, se mezcla el antibiótico con el alimento en dosis recomendadas. (Gijón & Zarza, 2006)

- **Enfermedad bacteriana de las agallas**



Figura 13. Enfermedad bacteriana de las agallas
Tomado de (Capel, 2016)

Es ocasionado por la turbidez del agua, falta de higiene de las tinas y materiales de trabajo. Se transmite de un pez a otro y por medio del agua. Los peces infectados presentan hinchazón y enrojecimiento de las agallas y pérdida de apetito. Las agallas se tornan de color pálido y se forma una masa con secreción que bloquea la función de las agallas provocando la muerte como se observa en la figura 13.

Tratamiento y prevención: Se debe realizar baños curativos y preventivos con el bactericida recomendado, cambiar y filtrar el agua para eliminar partículas. Para mayor prevención se debe lavar los estanques. (Gijón & Zarza, 2006)

- **Enfermedad entérica de la boca roja (EBR)**

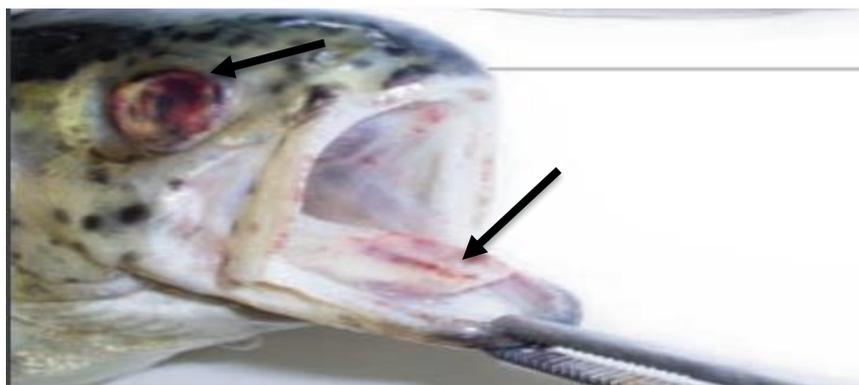


Figura 14. Enfermedad entérica de la boca roja
Tomado de (Gijón & Zarza, 2006)

Se trasmite por el contacto de un pez infectado a otro y es causado por la bacteria *Yersinia ruckeri*. Los individuos infectados presentan letargo, pérdida de apetito y oscurecimiento de la piel. Cuando la enfermedad aumenta de fase presentan inflamación y hemorragias en la boca como se observa en la figura 14.

Tratamiento y prevención: Se debe tener protocolos para el buen manejo y condiciones de cultivo. Los peces enfermos y muertos deben ser aislados de los estanques y aplicar el antibiótico en el alimento (Fouz, Zarza & Amaro 2006).

- **Enfermedad bacterial del punto rojo**



Figura 15. Enfermedad bacterial del punto rojo
Tomado de (Gijón & Zarza, 2006)

Es causada por toxinas producidas por bacterias presentes en el agua o alimento y por falta de higiene en la manipulación de alimento o materiales de trabajo. Los alevines y juveniles son más propensos a contraer esta enfermedad. Los individuos infectados presentan poco apetito y lesiones en la piel que se manifiestan con puntos rojos en el área del abdomen como se observa en la figura 15.

Tratamiento y prevención: Se debe evitar el contacto con peces enfermos, reducir los factores que causen estrés y administrar alimento con antibióticos y multivitaminas. (Gijón & Zarza, 2006)

2.2.3.3. Enfermedades causadas por hongos

- **Micosis gastrointestinal**

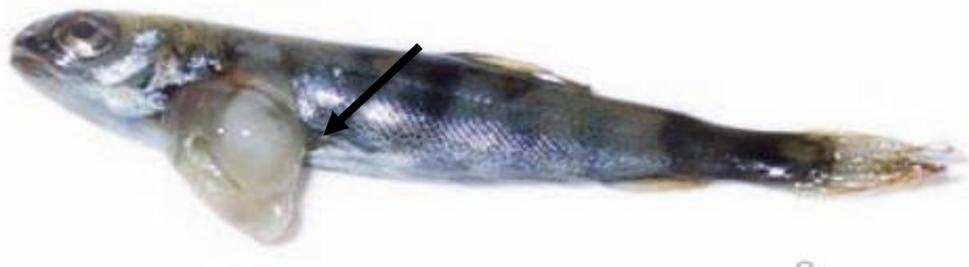


Figura 16. Micosis gastrointestinal
Tomado de (Gijón & Zarza, 2006)

Se presenta por la escasa sanidad de los estanques y mala calidad de agua. Los peces infectados presentan inflamación en el abdomen y oscurecimiento de la piel como se observa en la figura 16. Internamente el intestino y estómago se encuentran dilatados, causado por acumulación de hifas fúngicas en estos órganos.

Tratamiento y prevención: Se debe realizar limpieza de los estanques consecutivamente para eliminar materia orgánica y realizar baños con productos anti fúngicos (FAO, 2013).

- **Ictioftiriasis o punto blanco (ICH)**



Figura 17. Ictioftiriasis o punto blanco
Tomado de (Capel, 2016)

Es causada por el protozoo *Ichthyophthirius multifiliis*. Los individuos infectados muestran inquietud y se frotan contra los lados y fondo del estanque, presentan puntos de color blanco en aletas, piel y branquias como se observa en la figura 17.

Tratamiento y prevención: Se debe mantener constante limpieza y desinfección de los estanques. Los individuos portadores del parásito deben ser asilados o eliminados. Se debe realizar baños de sal con antifúngicos. (FAO, 2013)

- **Argulosis**

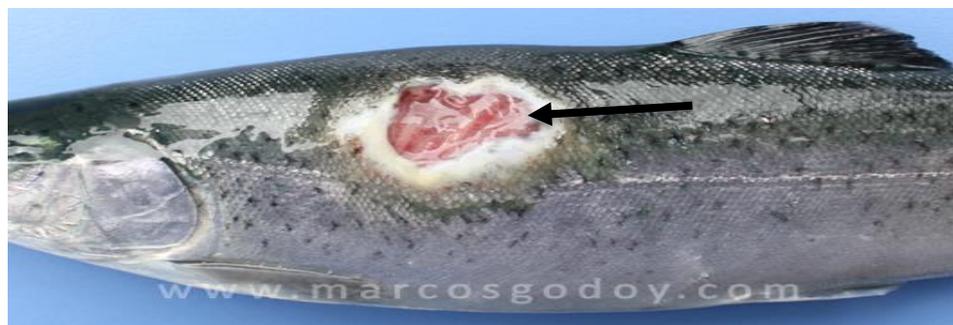


Figura 18. Argulosis
Tomado de (Godoy, 2013)

Los peces juveniles son susceptibles a esta enfermedad, peces adultos poseen el parásito pero no les afecta, sin embargo pueden contagiar a los juveniles. Los individuos presentan hemorragias e inflamaciones cutáneas con secreción de moco como se observa en la figura 18.

Tratamiento y prevención: Lavar y desinfectar los estanques después de cada cambio de generación, evitar el ingreso de peces infectados. Realizar baños curativos y preventivos con productos químicos recomendados. (FAO, 2013)

2.2.4. Alimentación

El alimento debe cubrir los requerimientos del animal para su desarrollo y crecimiento, este debe poseer niveles altos de proteínas como se indica en la tabla 6 y deben ser de alta disponibilidad, principalmente para las primeras etapas. En la alimentación se deben añadir promotores de crecimiento y para la coloración del músculo es necesaria la inclusión de pigmentos. La granulometría del alimento proporcionado al animal debe ser el correcto en relación al tamaño de los individuos (CEDEP, 2009).

Tabla 6. Valor nutricional del alimento para cada etapa

Etapas de desarrollo	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Ceniza	Humedad
Alevines	50-55	13-15	14,5-18,5	9-10	6-10
Juveniles	45-48	13-15	20	7	10
Engorde	45-48	13-15	23,5	8	7,5

Tomado de (Martínez, 2010)

La alimentación, tasa y frecuencia de alimentación del pez, varían de acuerdo al peso, tamaño, la edad y la carga del estanque; a su vez el requerimiento de alimento y tipo de alimento varían con el tamaño y peso del animal. Un correcto manejo del alimento mejora las tasas de conversión alimenticia (cantidad de alimento ingerido/ aumento de peso vivo) (CEDEP, 2009). De acuerdo al crecimiento del pez, se debe sustituir la granulometría del alimento por una mayor como se observa en la tabla 7, se coloca el nuevo tamaño en un 25% de la porción diaria, hasta lograr el cambio total, porque existen individuos con crecimiento lento que deben alcanzar el tamaño necesario para el cambio de alimento (Mendoza, Palomino, 2004).

Tabla 7. Granulometría del alimento para Trucha arco iris.

Tipo de Alimento	Granulometría (mm.)	Peso de la trucha (g.)	Dimensión de la trucha (cm.)
Inicio #2	0,8-1	4,8-10	6-10
Inicio #3	2	10,8-27	10-13
Talla C (TC)	3	27,7-62,38	13-17
Engorde #4	4	62,38-168	17-24
Engorde #5	5	168-465	24-30

Tomado de (Martínez, 2010)

2.2.4.1. Tasa de alimentación

Es la cantidad de alimento proporcionado al animal diariamente, se expresa en el porcentaje de la biomasa o peso total de la unidad de cultivo. Puede variar con la temperatura del agua, tamaño de los peces y el tipo del alimento (Mendoza, Palomino 2014).

2.2.4.2. Frecuencia de alimentación

Número de veces que se suministra alimento al animal, esta frecuencia debe ser mayor para las primeras etapas (alevines y juveniles) y menor frecuencia para las etapas siguientes (engorde y comercialización) (FONDEPES, 2014).

Tabla 8. Frecuencia de alimentación en el cultivo de la trucha arco iris

Etapas de desarrollo	Nº de veces al día
Alevines	4-6
Juveniles	3-4
Engorde	2-3

Tomado de (Martínez, 2010)

Estas frecuencias varían de acuerdo al tamaño del animal, la turbidez presente en el agua y el estrés del animal por manipulación. (CEDEP, 2009).

2.2.4.3. Alimento Balanceado

El balanceado utilizado en la experimentación fue marca PISCIS, es alimento extruido flotante, en forma de polvo y en pellet para trucha.

El balanceado tiene diferentes tipos de presentaciones para las etapas de la trucha arco iris. Este balanceado se utilizó en la investigación debido a que la mayoría de piscicultores nacionales utilizan este balanceado por la fácil adquisición en el mercado (Gisis S.A., 2014).

2.3. PROBIÓTICO

2.3.1. Definición

Es la preparación de una mezcla de microorganismos vivos que administrada en cantidades adecuadas brinda un efecto benéfico al huésped para asegurar la asimilación del alimento, mejorar la capacidad inmunológica contra enfermedades y reducir el porcentaje de mortalidad de las especies que lo consumen (Villamil y Martínez, 2009).

2.3.2. Probióticos en acuicultura

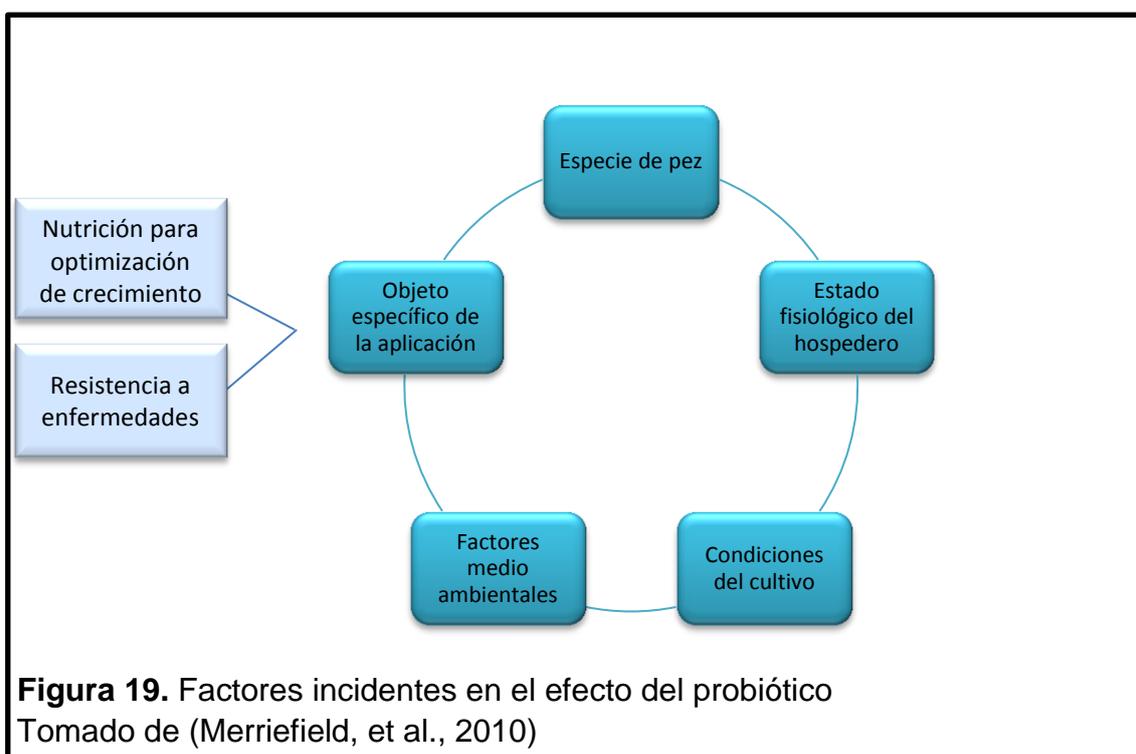
La utilización de probióticos en la alimentación de animales se ha implementado de manera creciente en los últimos años, para la obtención de diferentes beneficios como: mantener un estado saludable y reducir el riesgo de enfermedades. La modificación de la población bacteriana intestinal influye directamente sobre la nutrición, la inmunidad y el estado fisiológico de los organismos (Balcázar et al, 2007; Villamil-Díaz y Martínez- Silva, 2009).

Los beneficios implicados dependen de la barrera y sistema inmune de la mucosa en el tracto digestivo, así como también de la cantidad de colonias y actividad microbiana presentes (Guarner y Malagelada, 2003). Los microorganismos pueden ser ingeridos mediante su adición en el agua o el alimento (Tournout, 1989).

El uso de probióticos en el alimento y en el agua de cultivo son una alternativa factible para el control biológico, porque las cepas que se encuentran en la mezcla probiótica poseen la habilidad de contrarrestar el desarrollo de bacterias que afectan el crecimiento y desarrollo del animal (Villamil y Martínez, 2009).

Las especies más utilizadas que han generado altos porcentajes en cuanto a conversiones alimenticias y de supervivencia, pertenecen a los géneros *Bacillus*, *Lactobacillus* y *Vibrio*. Las mezclas probióticas incluyen *Lactobacillus* con cepas de levadura que inciden notablemente en el efecto requerido (Monroy, et al., 2012).

Existen algunos factores que influyen en el efecto del probiótico, como se detalla en la figura 19. Algunos de los fracasos de la investigación con microorganismos probióticos se atribuyen a factores como: inadecuada selección de cepas probióticas, métodos de producción, dosificación y duración del tratamiento con el probiótico (Denev, et al., 2009).



En las piscifactorías (conjunto de instalaciones donde se realiza la reproducción de peces y mariscos) (Larousse, 2007), el término probiótico genera controversia por las dudas existentes en cuanto a su eficiencia en su mecanismo de acción ya que son pocos los estudios que respaldan la efectividad de la mezcla probiótica utilizada en condiciones estandarizadas (Villamil y Martínez, 2009).

2.3.3. Mecanismo de acción y beneficios del probiótico

2.3.3.1. Mecanismos de acción

Existen estudios y documentos científicos que describen diferentes mecanismos de acción de los probióticos entre ellos, la competencia por nutrientes, mejora de la respuesta inmune, la producción de compuestos antimicrobianos y la competencia por el sitio de fijación en el tracto gastrointestinal (Castex, 2009). Se clasifican en 5 mecanismos de acción:

- **Colonización en el tracto intestinal**

Es la capacidad de adherencia de los microorganismos para mantenerse vivos por largo tiempo en el hospedero. Estimula la microbiota intestinal favorable para el organismo del hospedero (Monroy, et al., 2012).

- **Producción de sustancias inhibidoras**

Este modo de acción es uno de los más estudiados en este ámbito, ya que el objetivo de las bacterias probióticas es establecer la capacidad antagonista con otras cepas patógenas oportunistas, a través de: propiedades bacteriostáticas, competencia por nutrientes o sitios de adhesión. (Vázquez, J. A., M. P. González y M. A. Murado. 2005)

- **Producción de compuestos benéficos para el huésped**

La modificación de la microflora intestinal a partir del suministro de bacterias marinas y levaduras puede representar una fuente importante de aporte nutricional (Brown et al., 1996). Se han realizado aislados de bacterias intestinales que muestran una alta producción de ácidos grasos de cadena corta (Yazawa, 1996) y aportan valor nutritivo a peces (Clements, 1997).

- **Mejoramiento de la capacidad inmunológica**

Este aspecto es fundamental para la continuación de los estudios realizados sobre la incidencia de los probióticos en la respuesta inmunológica (Irianto y Austin, 2002) describieron que la especie *Oncorhynchus mykiss* alimentada con probióticos seleccionados presentó un incremento en el número de eritrocitos, linfocitos y un aumento de la actividad lisozímica.

- **Mejora de la calidad del agua (Biorremediación)**

Estudios han demostrado que bacterias del género *Bacillus* pueden convertir la materia orgánica en dióxido de carbono y las bacterias Gram-negativas convierten materia orgánica en biomasa bacteriana o limo (Dalmin et al., 2001). Además, brinda un efecto positivo la interacción entre bacterias probióticas y microalgas en tanques de cultivo, al estabilizar los factores nutricionales del alimento vivo y así contribuir al establecimiento de la microflora intestinal beneficiosa de los hospederos (Reitan et al., 1997).

2.3.3.2. Beneficios

Estudios han demostrado que los probióticos aumentan la ganancia de peso y niveles de conversión alimenticia, resistencia a enfermedades, entre otros beneficios encontrados, como la fijación de nutrientes y el incremento de crecimiento en diversas situaciones de estrés, lo que demuestra que los efectos zootécnicos están relacionados con efectos de salud (Simon et al., 2001).

Los beneficios brindados por los probióticos son respaldados por publicaciones científicas que explican los distintos mecanismos de acción en el hospedero, con resultados en experimentos in vitro e in vivo, cuyo efecto es influenciado por un sinnúmero de factores.

2.3.4. Probiótico comercial BIO-PROBIOTIC-C®

El probiótico utilizado en la investigación es BIO-PROBIOTIC-C®, protectante de bacterias patógenas *Vibrio* entre otras. Es utilizado en gran parte de las camaroneras a nivel nacional con resultados eficaces en crecimiento y desarrollo del camarón.

- **Compatibilidad**

No compatible con bacteriostáticos, desinfectantes, antibióticos, bactericidas como cloro, amonios cuaternarios, peróxidos. El pH óptimo de acción de 6,0 a 7,5.

- **Contenido**

- Mezclas de soluciones muy concentradas de varias cepas vivas bacterianas.
- La solución contiene estabilizadores y macro moléculas para que nuevas colonias se formen rápidamente y hagan su efecto luego de su aplicación, además protegen las cepas.
- El sector poblado por el producto activamente no puede ser invadido por microorganismos negativos.
- El producto actúa por exclusión, entre otros mecanismos para proteger.
- Su concentración efectiva hasta 10^{12} ufc/cc hace posible su muy rápida y efectiva acción.
- Facilita la absorción de nutrientes, ayudando a una mejor conversión.
- Su mecanismo de acción no desarrolla resistencias, por lo tanto es sustentable.
- Efecto inhibitor de infecciones causadas por *E. coli*.
- Metabolizador de aminoácidos esenciales, vitaminas y otros compuestos esenciales.

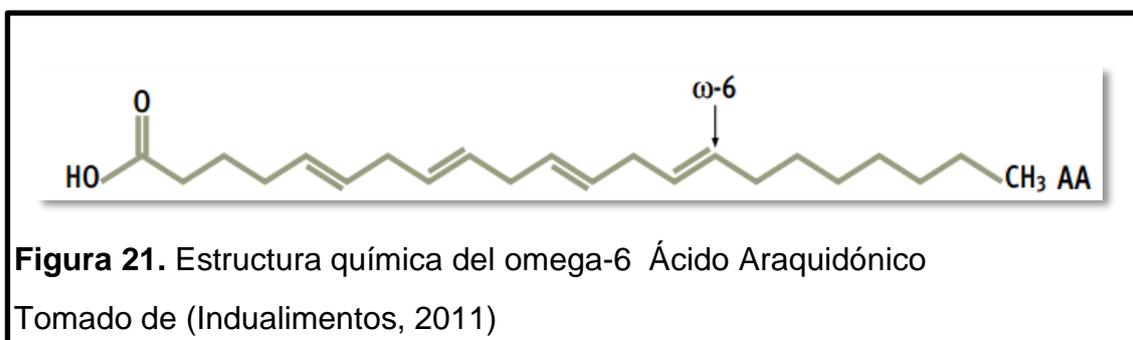
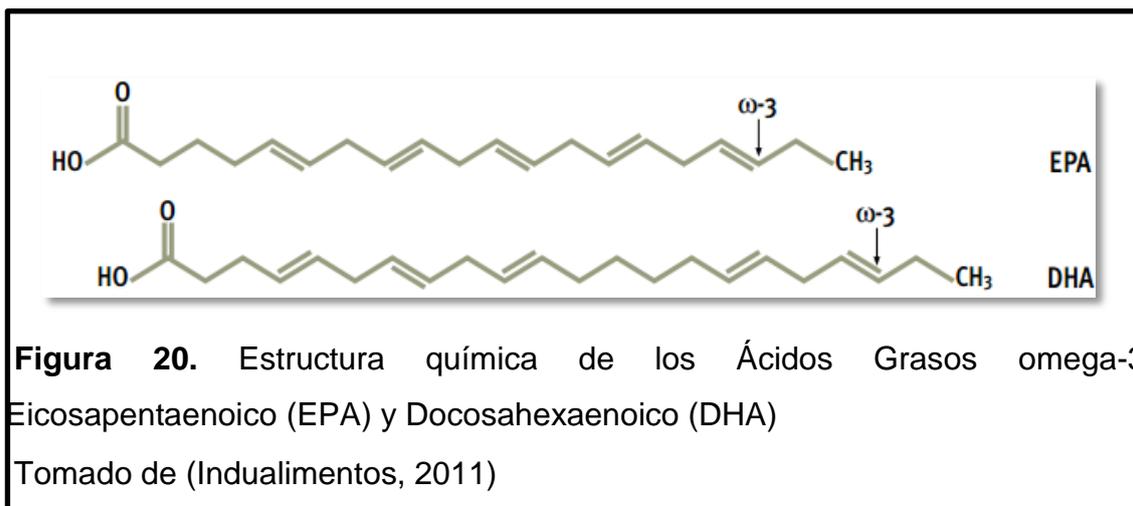
- Su composición líquida ayuda sustancialmente en su manejo potenciando su aplicación, evitando el taponamiento de boquillas y facilitando su mezcla homogénea y rápida.
- Previene la acumulación de amonio.
- Regula con su acción el pH de las piscinas, evitando pH ácidos.

2.4. ÁCIDOS GRASOS.

El pescado es una opción para diferentes dietas alimenticias saludables, por su contenido calórico bajo, fuente de proteína y vitaminas, además de ser fuente rica de ácidos grasos poliinsaturados cuyos beneficios para la salud son día a día más demostrados (Román, et al., 2005).

Diversos estudios científicos demuestran el efecto positivo en la salud humana de los ácidos grasos esenciales, llamados así porque el ser humano es incapaz de biosintetizarlos en el organismo, estos se denominan omega-3 (ω -3), como el EPA (ácido eicosapentaenoico) y DHA (ácido docosahexaenoico) y omega-6 como el ácido araquidónico. Se encuentran en alimentos como peces y sus aceites (trucha, salmón, corvina) y plantas como la soya, hortalizas y nueces (Coronado, et al., 2006).

Los ácidos grasos omega-3 y omega-6 son denominados así por la ubicación del primer doble enlace a partir del metilo terminal (CH₃) en su estructura química, es decir, el denominado omega-3, el primer doble enlace se localiza en la posición del carbono 3 (C₃-C₄), identificado también como n-3 como se observa en la figura 20, y en el omega-6 (ω -6) el primer doble enlace se localiza en la posición del carbono 6 (C₆-C₇) o conocido como n-6 como se observa en la figura 21 (Valenzuela, et al., 2011).



El consumo de ácidos omega 3 y 6 han incrementado en la actualidad por las propiedades nutraceuticas que han indicado diversos estudios por su contribución en la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares y cáncer, además de sus aplicaciones antiinflamatorias. Los resultados expuestos en diferentes estudios revelan que al proporcionar más cantidad de ácidos grasos omega 3 y 6 en la dieta de pacientes con enfermedades cardiovasculares y diabetes disminuye el riesgo de mortalidad y en pacientes con cáncer los tumores tienden a tener un crecimiento inferior en comparación a los pacientes que consumen aceite de maíz (Coronado, et al., 2006).

Los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga se encuentran en pescados azules de distintas especies, especialmente en el aceite obtenido de estos. Para la prevención primaria de enfermedades coronarias es recomendable la ingesta mínima diaria de 500 mg de EPA y de DHA (ISSFAL, 2004).

De acuerdo a estudios realizados, para cumplir con las recomendaciones de la ingesta de ácidos omega 3 y omega 6, deben consumirse por lo menos dos porciones de pescado graso de 90 gramos cada uno, como salmón y arenque, a la semana. La trucha se encuentra entre los pescados que poseen mayor cantidad de ácidos grasos, contiene 779 mg. de ácidos omega 3 y 561 mg. de omega 6, por cada 100 gramos de pescado sin cocinar y sin adición de aditivos (FAO, 2012).

Por la complejidad de la estructura de los ácidos grasos mediante análisis tradicionales, la cromatografía de gases es una técnica que permite establecer el perfil de ácidos grasos fácilmente (Betancourt, 2009).

3. METODOLOGÍA

3.1. Materiales y Equipos

- Canastas de plástico
- Cristalería (probetas, erlermeyers,)
- Tinajas de alevinaje
- Coladores
- Balanza
- Termómetro Digital
- Cooler
- Refrigerador
- Liofilizador

Insumos

- Probiótico comercial Bio-Probiotic-C®
- Balanceado marca PISCIS
- Premium Vacuum Pump Oil

3.2. Procedimiento en Campo

Se evaluaron dos tratamientos: 1 tratamiento con probiótico (TP) y 1 tratamiento blanco (TB), cada uno constituido por una repetición, debido a la disponibilidad de espacio en los laboratorios de la empresa, con un total de cuatro unidades experimentales.

- **Tratamientos.** Se evaluaron las repeticiones de cada tratamiento, analizando el total de los alevines presentes en los mismos.
 - Tratamiento TB: Alimento sin probiótico (Tina 14 y Tina 15)
 - Tratamiento TP: Alimento con probiótico comercial (Tina 16 y Tina 17)

- **Codificación.** Se codificaron las tinas para tener mejor control y realizar la toma de datos.

Tratamiento sin probiótico: TB

Tina 14: T14

Tina 15: T15

Tratamiento con probiótico: TP

Tina 16: T16

Tina 17: T17

- **Adecuación de instalaciones.**

Para proceder a la desinfección de tinas y materiales se utilizó el protocolo que se maneja en la empresa Acuimagg del Ecuador; que consiste en:

1. Aplicar ácido muriático al 5% con un cepillo o escoba.
2. Enjuagar con agua y jabón, para retirar cualquier desecho del ácido.
3. Secar tinas para su posterior uso.

Nota: La adecuación de instalaciones se realizó un día antes de la siembra de alevines para realizar el protocolo de desinfección y adecuación. Se desinfectaron 4 tinas.

- **Siembra de alevines.**

1. Seleccionar los ejemplares de las tinas que tiene la empresa Acuimagg del Ecuador.
2. Clasificar alevines según su tamaño.
3. Colocar 1.050 alevines homogéneamente en cada una de las tinas, con una temperatura del agua entre 16°C y 18°C.
4. Identificar cada una de las tinas testigo con su correspondiente réplica.

Nota 1: La talla base del alevin para iniciar el experimento fue de 3 cm.

Nota 2: La densidad de siembra fue de 1.050 alevines debido al espacio disponible en los laboratorios y piscinas de la empresa.

- **Monitoreo - Talla/Peso/Supervivencia/Enfermedades**

El monitoreo se realizó mediante la toma de datos diarios en los registros elaborados por la empresa.

- **Talla y peso**

Mensualmente se tomaron muestras de los ejemplares de cada unidad experimental, y se registró talla y peso. El tamaño de la muestra de la población que se tomó por tina para medir talla y peso fue 38 individuos.

- **Supervivencia**

Para la supervivencia se realizó el conteo mensual de los animales vivos y diariamente se realizaba el conteo de los peces muertos.

- **Enfermedades**

Se identificaron los síntomas de las enfermedades con la ayuda de la literatura investigada y se compararon con las causas de mortalidad.

- **Toma de muestras para ácidos grasos**

Se realizó la toma de muestras en dos etapas de la investigación.

Muestra 1: A la mitad del ciclo productivo de la trucha, es decir a los 3 meses de la experimentación en campo.

Muestra 2: Al finalizar el ciclo productivo, es decir a los 6 meses de la experimentación en campo.

Nota: Al momento de realizar los análisis se mezclaron las muestras de cada tratamiento debido a la cantidad que se requería para realizarlos y se unieron los ejemplares de las tinas 14 y 15 y de la tinas 16 y 17 de cada etapa de toma de muestras.

- **Parámetros zootécnicos**

Se medirán de la siguiente forma:

- **Incremento de talla mensual (ITM)**

Se mide el incremento en centímetros (cm.) de la talla del ejemplar con relación al mes anterior. La muestra se calculó del total de alevines presentes en cada repetición.

$$ITM = FL - IL$$

ITM = incremento de talla mensual

FL = longitud final

IL = longitud inicial

- **Supervivencia (% S):** Calcula la supervivencia en porcentaje. La muestra se calculó del total de alevines presentes en cada tratamiento y su repetición.

$$\%S = NF / NI * 100$$

%S= porcentaje de supervivencia

NF= número de individuos sobrevivientes al final del período de estudio

NI= número inicial de individuos en el período de estudio.

- **Suministro de alimento a peces**

Tratamiento sin probiótico (TB)

- 1) Pesar cantidad establecida de balanceado como se detalla en la tabla 9.

Tabla 9. Cantidad de alimento establecida para el tratamiento sin probiótico

Tabla de alimento TB		
Día		Cantidad de balanceado diario (g)
Desde	Hasta	
1	15	60
16	24	100
25	31	125
32	47	250
48	55	400
56	62	450
63	71	550
72	77	700
78	85	900
86	92	1500
93	100	1750
101	107	2400
108	123	2500
124	138	2700
139	168	3000
169	173	3600

- 2) Suministrar balanceado

Tratamiento con probiótico (TP)

- 1) Pesar cantidad establecida de balanceado como se detalla en la tabla 10.

Tabla 10. Cantidad de alimento establecida para el tratamiento con probiótico

Tabla de alimento TP		
Día		Cantidad de balanceado diario (g.)
Desde	Hasta	
1	9	60
10	15	80
16	24	115
25	31	150
32	47	300
48	55	450
56	62	550
63	71	650
72	77	800
78	85	1000
86	92	1750
93	100	2250
101	107	2500
108	123	2750
124	138	3000
139	168	3300
169	173	3900

- 2) Medir dosis fijadas de melaza, agua y probiótico según tabla 11.

Tabla 11. Dosificación recomendada para preparación de alimento probiótico.

Probiótico	3	cm ³ / Kg. de alimento
Melaza	10	cm ³ / Kg. de alimento
Agua	50	cm ³ / Kg. de alimento

- 3) Mezclar en un recipiente la melaza, agua y probiótico (solución)
- 4) Mezclar balanceado y solución
- 5) Tapar y dejar reposar 3 horas la mezcla
- 6) Suministrar balanceado

Nota 1: El balanceado con probiótico debe ser preparado para el consumo diario.

Nota 2: En caso de que se tome mayor cantidad de probiótico al requerido del recipiente, NO devolver al recipiente.

3.3. Desarrollo del Procedimiento en Campo

- **MES 1 y 2 (14/07/2015 – 14/09/2015)**

Durante los dos primeros meses de la investigación se administró balanceado Inicio N°2, con la composición nutricional referida en la tabla 12. A las tinas TB (T14 y T15), se administró balanceado sin la mezcla probiótica, mientras que a las tinas TP (T16 y T17), se administró balanceado con la mezcla probiótica.

Frecuencia de Alimentación: La frecuencia de alimentación en ambos tratamientos fue 5 veces al día. Al final de la primera quincena se aumentó 20 g. de balanceado a los alevines del tratamiento con probiótico, porque presentaron mayor apetito desde ese período en adelante.

Tabla 12. Balanceado Inicio N°2

Composición nutricional		
Humedad	(Máx.)	12%
Proteína	(Mín.)	50%
Grasa	(Mín.)	13%
Fibra	(Máx.)	2,50%
Cenizas	(Máx.)	12%

Tomado de (Piscis, 2016)

En las primeras etapas de desarrollo del alevín existe mayor porcentaje de mortalidad porque que los animales son más propensos a contraer enfermedades. Por estas razones, al momento de que los peces adquirieron las enfermedades se procedió a realizar el protocolo de curación, que consistió en identificar la enfermedad y posteriormente realizar el tratamiento, como se detalla en la tabla 13.

Tabla 13. Identificación y tratamiento de enfermedades.

Enfermedad	Tratamiento	Frecuencia	Observaciones
Agallas	Baño curativo y preventivo con una mezcla de sal y Forcicin	Dos veces al día una en la mañana y la otra por la tarde, durante 2 - 3 días. Los baños se realizan por un periodo de 5,10 y 15 segundos.	Se suspende la alimentación durante el tratamiento
Punto Rojo	Se suministra balanceado con antibiótico y multivitaminas	Se administra el balanceado con la mezcla 3 veces al día, durante 3 - 4 días	Depende la reacción del animal para determinar la prolongación del tratamiento.

En el transcurso de los días se aumentó el balanceado para ambos tratamientos según sus requerimientos.

- **MES 3 (14/09/2015 – 14/10/2015)**

Se reemplazó el balanceado Inicio N°2 por Inicio N°3, con la composición nutricional referida en la tabla 14, porque los peces estaban en capacidad de ingerir balanceado con mayor granulometría, como se indica en la tabla 7.

Al final de cada mes se realizaba la toma de muestras para medir talla y peso y diariamente se realizaba el conteo de los peces muertos para determinar su supervivencia registrando los datos.

Tabla 14. Balanceado N° 3 de Crecimiento

Composición nutricional		
Humedad	(Máx.)	12%
Proteína	(Mín.)	50%
Grasa	(Mín.)	13%
Fibra	(Máx.)	2,50%
Cenizas	(Máx.)	12%

Tomado de (Piscis, 2016)

Además, los alevines fueron distribuidos en 8 tinas, es decir, 2 tinas por tratamiento, porque las tinas iniciales no abastecían con el nivel de agua y oxígeno requerido por los peces en esta etapa como se indica en las tablas 2 y 5.

Al finalizar el mes se realizó la toma de muestras de los alevines de cada una de las unidades experimentales para el análisis de ácidos grasos insaturados. Se tomaron 2 ejemplares por tina (8 individuos).

Frecuencia de Alimentación: 5 veces al día.

- **MES 4 (14/10/2015 – 14/11/2015)**

Se reemplazó el balanceado Inicio N°3 por el balanceado talla C (TC), con la composición nutricional referida en la tabla 15.

Tabla 15. Balanceado TC de Crecimiento

Composición nutricional		
Humedad	(Máx.)	12%
Proteína	(Mín.)	48%
Grasa	(Mín.)	13%
Fibra	(Máx.)	2,50%
Cenizas	(Máx.)	12%

Tomado de (Piscis, 2016)

Los peces fueron distribuidos en estanques de dimensiones mayores, como se indica en la tabla 4, por el tamaño alcanzado en esta etapa de desarrollo.

Frecuencia de alimentación: 5 veces al día.

- **MES 5 (14/11/2015 – 14/12/2015)**

Se reemplazó el balanceado TC por el balanceado Engorde N°4, con la composición nutricional referida en la tabla 16. Cada tratamiento fue colocado en un estanque y este a su vez dividido en dos.

Tabla 16. Balanceado N°4 de Engorde

Composición nutricional		
Humedad	(Máx.)	12%
Proteína	(Mín.)	45%
Grasa	(Mín.)	13%
Fibra	(Máx.)	2,50%
Cenizas	(Máx.)	12%

Tomado de (Piscis, 2016)

Frecuencia de alimentación: Al comienzo de la segunda quincena se redujo la frecuencia de alimentación de 5 a 3 veces al día porque la granulometría del alimento es mayor.

- **MES 6 (14/12/2015 – 09/01/2016)**

Se reemplazó el balanceado Engorde N°4 por el balanceado Engorde N°5 porque los peces adquieren mayor masa corporal y peso por lo que requieren mayor porcentaje de proteína en su alimentación como se indica en la tabla 17.

Tabla 17. Balanceado N°5 de Engorde

Composición nutricional		
Humedad	(Máx.)	12%
Proteína	(Mín.)	50%
Grasa	(Mín.)	15%
Fibra	(Máx.)	2,00%
Cenizas	(Máx.)	12%

Tomado de (Piscis, 2016)

Al finalizar el mes se realizó la toma de muestras y datos de los peces de cada una de las unidades experimentales, se tomaron 2 ejemplares por tina (8 individuos), y así concluyó el ciclo de desarrollo y por ende el procedimiento en campo.

Frecuencia de alimentación: 3 veces al día.

3.4. Procedimiento en Laboratorio

Se realizaron las siguientes actividades para la obtención de harina de trucha.

- Tomar muestras de trucha de cada unidad experimental.
- Pesar las muestras.
- Congelar las muestras.
- Cortar las muestras para realizar un proceso de secado más rápido.
- Congelar las muestras.
- Introducir las muestras congeladas al liofilizador (el lapso de tiempo transcurrido fue de 3 días).
- Moler las muestras para la obtención de harina de trucha.

Para determinar el perfil de ácidos grasos en la harina de trucha se utilizó el método oficial AOAC 963.22 el que consiste en:

- Recolectar muestras
- Preparar las muestras para la extracción en soxhlet,
- Extraer la grasa de las muestras
- Preparar los esteres metílicos con el método del trifluoruro de boro
- Colocar la columna analítica en el cromatógrafo según indicaciones del fabricante
- Inyectar por triplicado de 0.1 a 2.0 uL., de una solución del 5 al 10 % de los esteres metílicos.
- Identificar los picos de la muestra, por comparación con los cromatogramas de los estándares
- Utilizar el método de normalización para calcular el porcentaje de peso de cada componente, expresado como éster metílico.
- Calcular el porcentaje en peso de los principales ácidos grasos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el análisis estadístico con el programa Statgraphics, para determinar si existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras de la investigación.

Análisis ANOVA: La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos con un nivel del 95,0% de confianza.

4.1. Consumo Mensual de Alimento

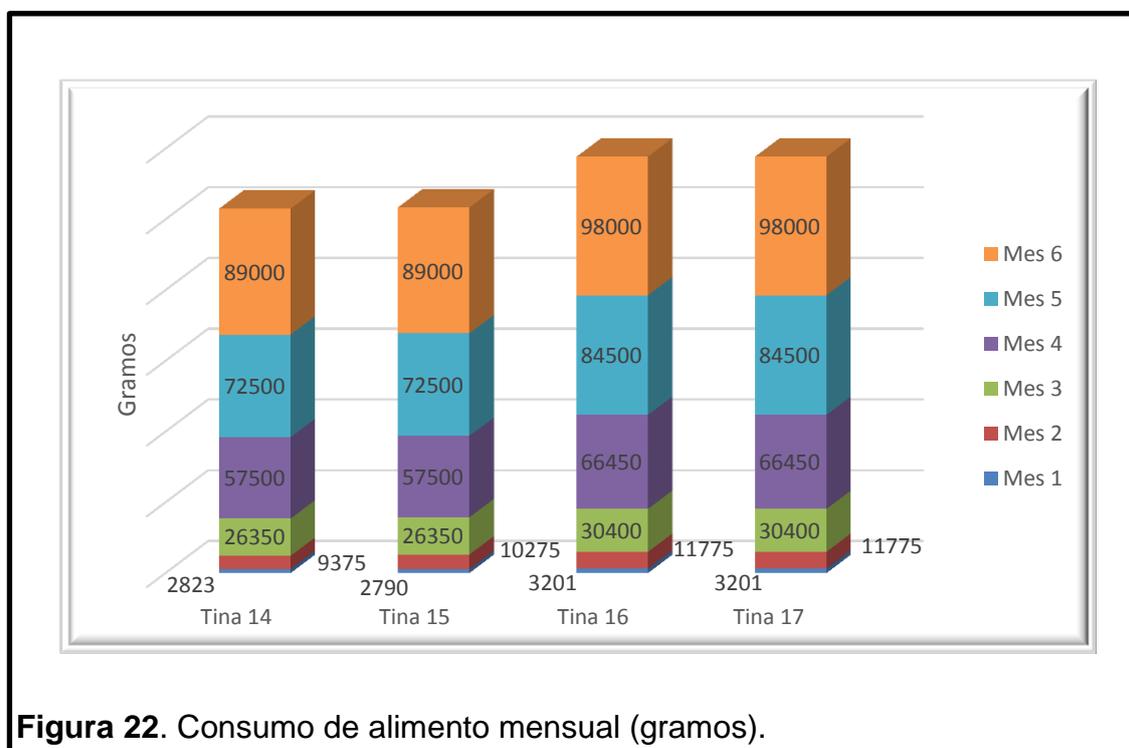


Figura 22. Consumo de alimento mensual (gramos).

En la figura 22 se detalla la cantidad de alimento en gramos que consumieron mensualmente los individuos de la investigación de cada una de las unidades experimentales. Durante las dos primeras semanas la cantidad de alimento suministrado fue igual para todas las tinas, a partir de la tercera semana los peces con TP empezaron a presentar mayor apetito y actividad, por este motivo se aumentó la cantidad de alimento durante el tiempo restante del ciclo

de producción. En la investigación las tinas 16 y 17 presentaron el mismo comportamiento con el apetito y actividad, por lo que se suministró la misma cantidad de alimento. La misma metodología se aplicó para las tinas con TB.

4.2. Análisis de Talla Ganada

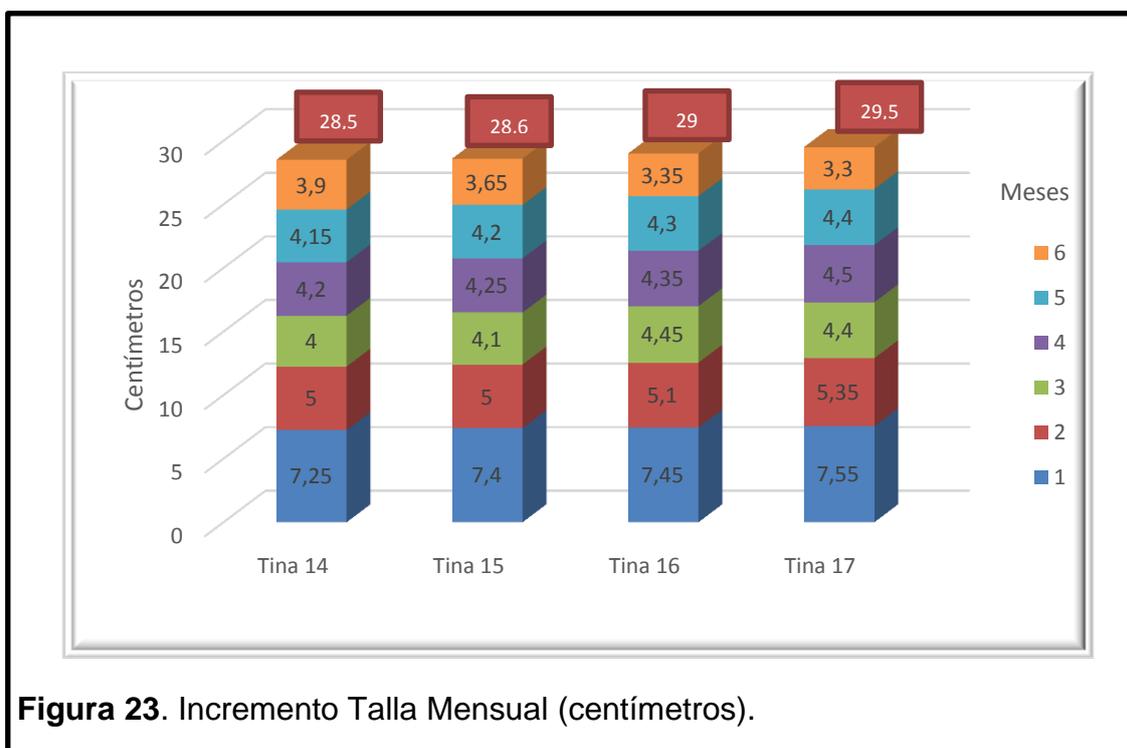
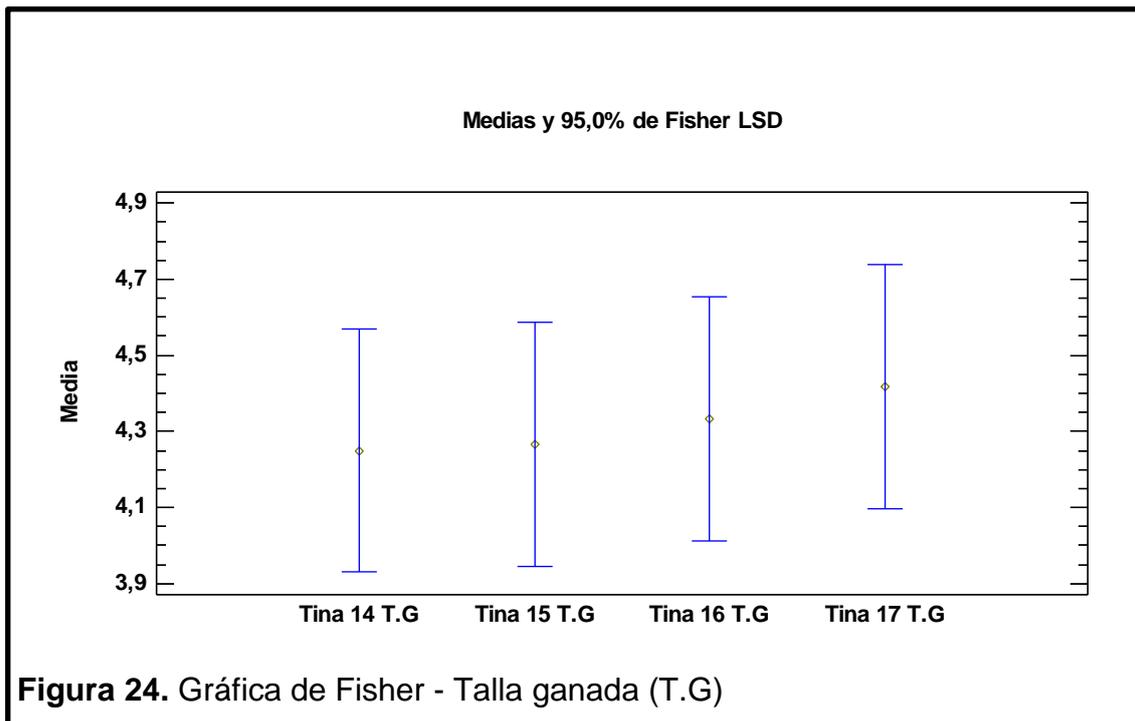


Figura 23. Incremento Talla Mensual (centímetros).

Se inició la investigación con individuos de 3 cm. para todas las tinas, la talla ganada del primer mes es la inicial más la ganada por los individuos en dicho mes como se muestra en la figura 23. En el ciclo productivo de la trucha arco iris, el aumento de talla está relacionado con el espacio que tiene el individuo en el estanque y la cantidad de alimento ingerido como menciona Olivia 2011. Las tinas TB presentaron mayor incremento de talla en el sexto mes, porque cumplen el ciclo productivo normal de la trucha para alcanzar la talla promedio de 25 a 30 cm. como lo menciona Mendoza y Palomino, 2004. Al comparar con las tinas TP, éstas alcanzaron la talla promedio los primeros días del sexto mes, por esta razón no crecieron con el mismo ritmo en la última etapa de desarrollo.



En la figura 24 se detalla la diferencia que existe en talla ganada de todo el período de investigación, con los análisis estadísticos se determinó que no hubo diferencia significativa en todos los tratamientos, porque el valor P es mayor a 0,05 como lo indica el Anexo 4. Sin embargo las tinas con TP presentaron mayor desarrollo de talla, resultados similares a los que obtuvo Cazorla et al., 2014, en el que no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos pero si existe un rendimiento superior para las tinas que se aplicó probióticos.

4.3. Análisis de Peso

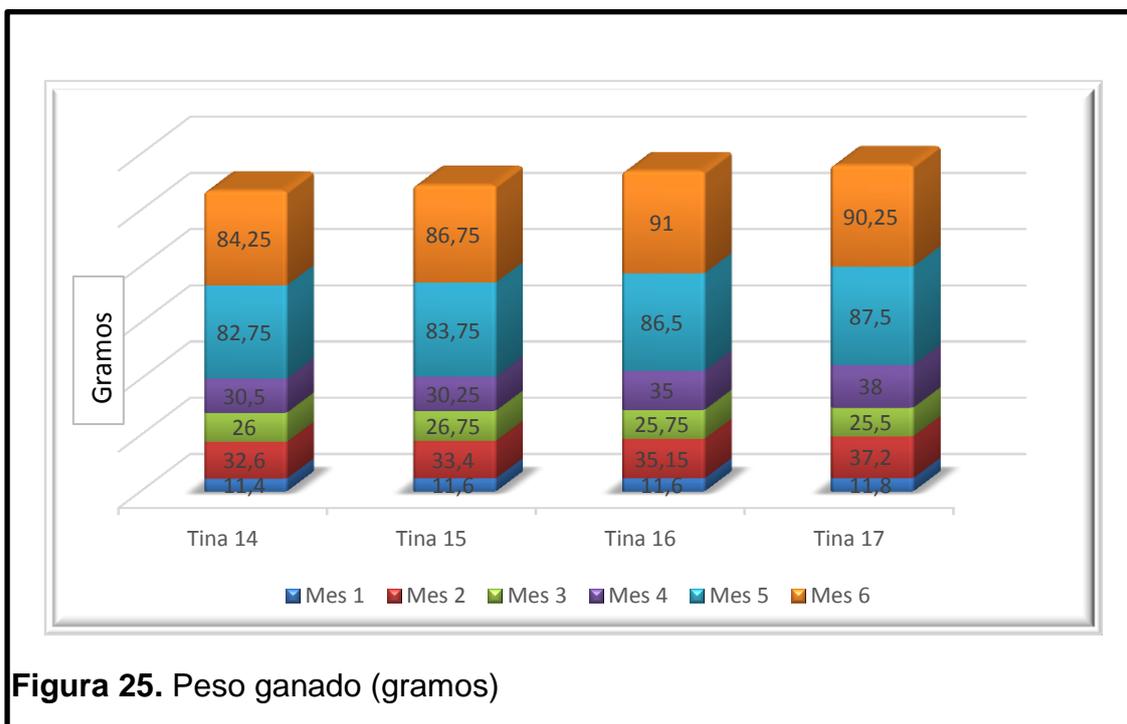


Figura 25. Peso ganado (gramos)

Se inició la investigación con individuos de 2 g. de peso para todas las tinas, el peso ganado del primer mes es el inicial más el ganado por los individuos en dicho mes como se muestra en la figura 25. El peso ganado en el transcurso del ciclo productivo de las especies animales está determinado por factores bióticos y abióticos de su entorno (Monroy et al., 2012). Como se detalla en la figura 25, existe una diferencia de peso ganado entre el mes cuarto y quinto, porque en esta etapa existe un mayor incremento de talla y peso, por el contrario, entre el mes segundo y tercero, disminuye esta diferencia, porque el agua de las tinas fue turbia debido a la presencia de lluvias constantes. El apetito de los individuos disminuyó por la presencia de enfermedades, especialmente la enfermedad de agallas que influyó más en las tinas TP que consumieron menor cantidad de alimento hasta la realización del protocolo de curación y posterior prevención (Capel, 2016).

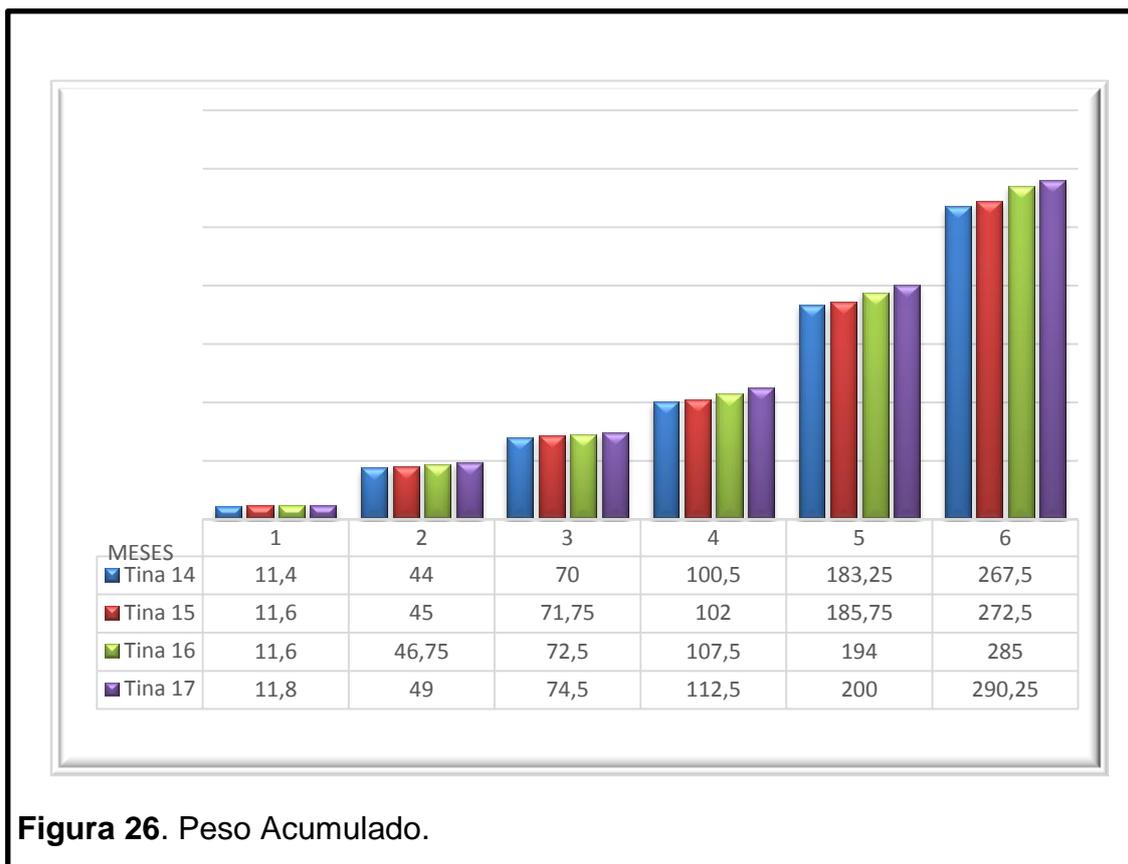
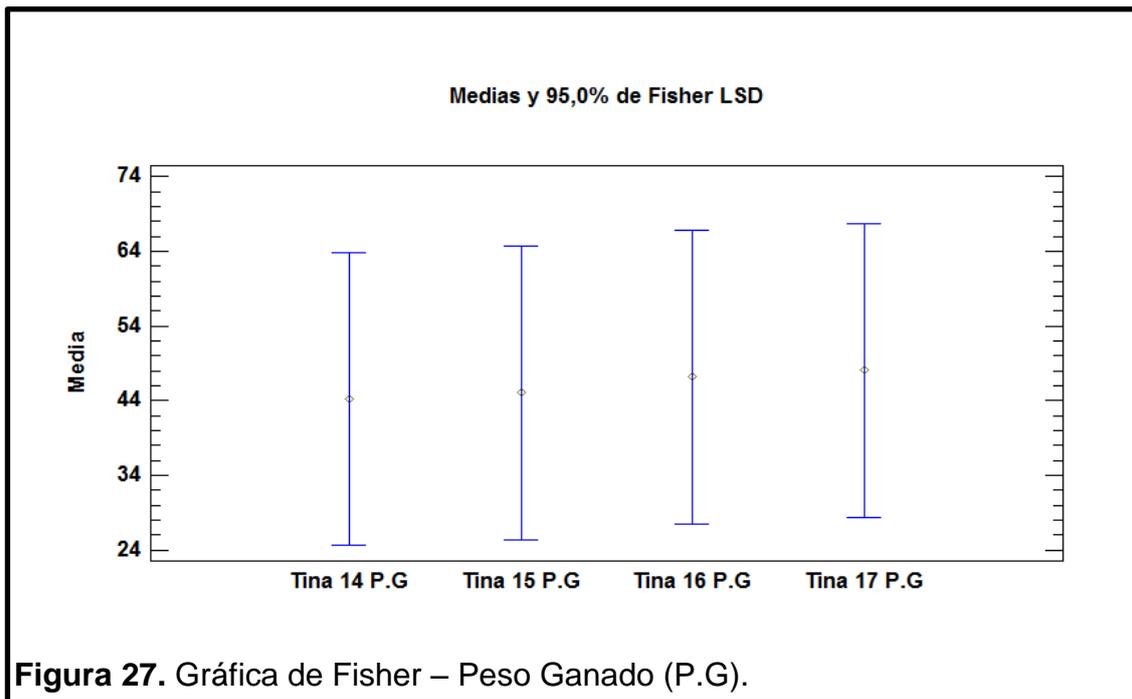


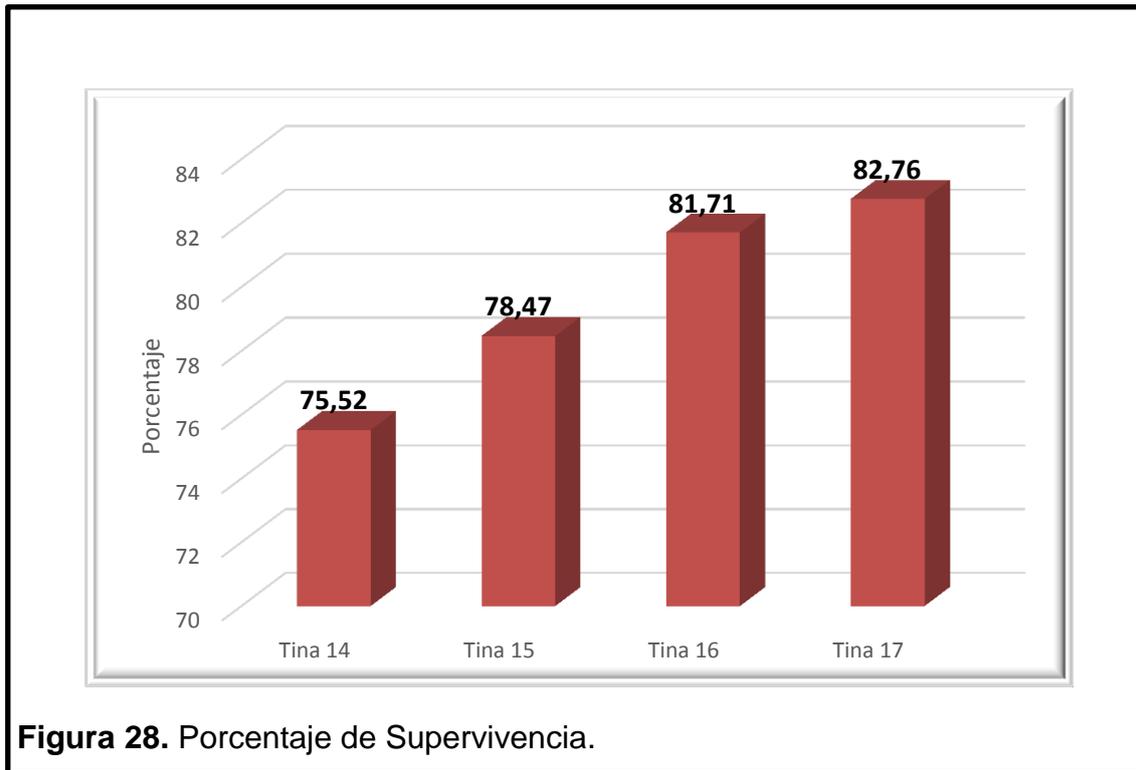
Figura 26. Peso Acumulado.

El peso de la trucha es un aspecto importante para su comercialización, se necesita un peso específico para establecer el precio. El precio estándar es de 5.50 dólares por 4 truchas de 250 gramos. Por esta razón uno de los objetivos fue determinar el incremento mensual de peso en gramos. Las tinas con TP presentaron mayor apetito e ingirieron mayor cantidad de alimento como indica la figura 22, de esta manera se podría determinar que al ingerir mayor cantidad de alimento el animal adquiere mayor masa corporal, estos resultados concuerdan con Simon et al., 2001, que mencionan que los probióticos aumentan la ganancia de peso y niveles de conversión alimenticia.

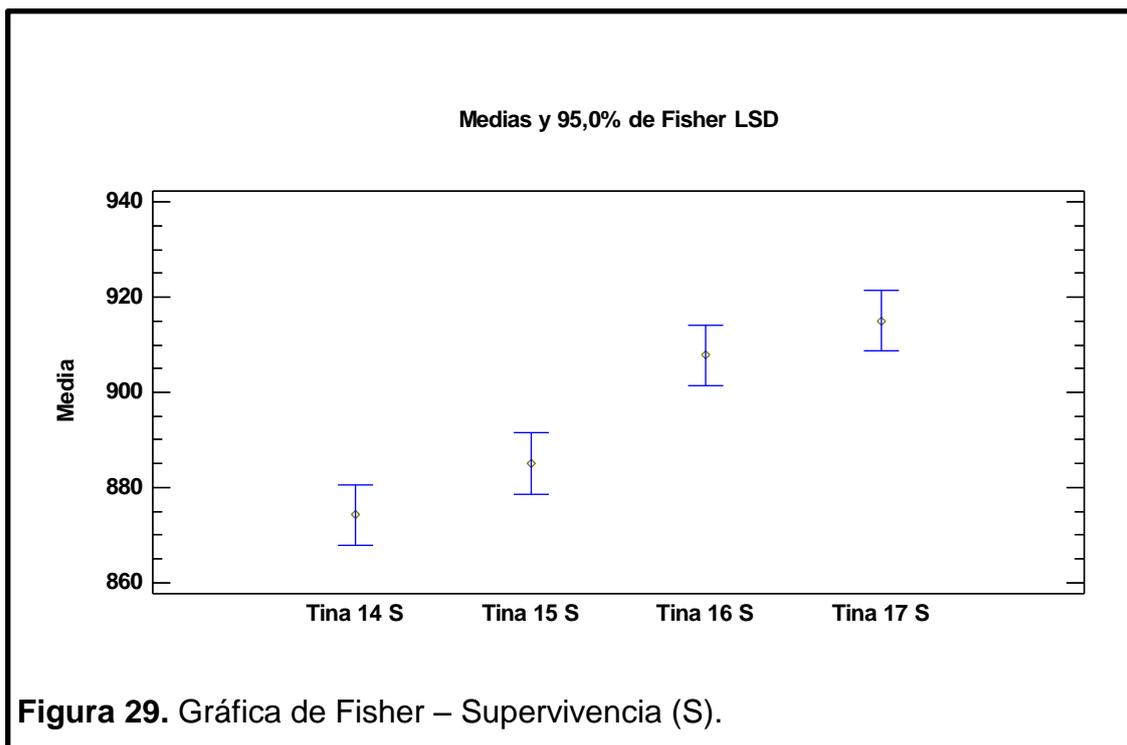


Se realizó la comparación de peso ganado mensualmente entre todas las tinajas de la investigación para determinar si existe diferencia representativa. Como indica el anexo 5, no existe diferencia significativa entre ambos tratamientos porque el valor P es mayor a 0,05 en todas las comparaciones, sin embargo las tinajas con TP presentaron mayor ganancia en peso como indica la figura 26 obteniendo un peso superior al culminar el período de investigación, concordando con los resultados de Cazorla et al., 2014, en el que no existe diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos pero si existe un rendimiento superior para las tinajas que se aplicó probióticos. La T17 obtuvo un rendimiento superior del 7,1% comparado con la t15 que fue la mejor de TB.

4.4. Análisis de Supervivencia



Durante el ciclo productivo, las enfermedades y el espacio en los estanques son los principales factores que inciden en la supervivencia de los individuos como menciona Olivia, 2011. Para un mejor monitoreo es necesario tomar datos diarios de la mortalidad de los peces en registros establecidos (ANEXO 1), protocolo que se realizó durante el tiempo de investigación en campo. En los primeros meses los peces son propensos a contraer enfermedades por lo que existe mayor porcentaje de mortalidad y se necesita un monitoreo más estricto (Gijón & Zarza, 2006.). El porcentaje de supervivencia fue mayor para las tinas con TP como indica la figura 27, lo que significa que en esas tinas existe mayor cantidad de individuos para su comercialización, por ende mayor ingreso económico por truchas vendidas.



Durante el período de investigación se tomaron datos diarios de la mortalidad de los individuos, identificando las causas de la muerte. Al finalizar la investigación se determinó que las tinas con TB presentaron mayor mortalidad por las enfermedades de agallas y punto rojo, a comparación de las tinas con TP. Con el análisis estadístico se determinó que si existe diferencia significativa en la comparación de supervivencia de ambos tratamientos por que el valor P fue inferior a 0,05 como lo indica el anexo 6. De esta manera se podría comprobar que el probiótico brinda resistencia inmunológica a los individuos que se los aplique como lo indica Balcázar et al, 2007; Villamil-Díaz y Martínez-Silva, 2009, sin embargo, es necesario realizar los protocolos de prevención y curación ante enfermedades ya que el probiótico brinda resistencia a enfermedades, más no inmunidad.

4.5. Causas de Mortalidad

Durante toda la investigación se registró las muertes de los individuos y se identificó las causas de su muerte respaldado por la literatura investigada. Se obtuvo como resultado que las principales enfermedades que afectan en el ciclo productivo en la empresa son punto rojo y agallas.

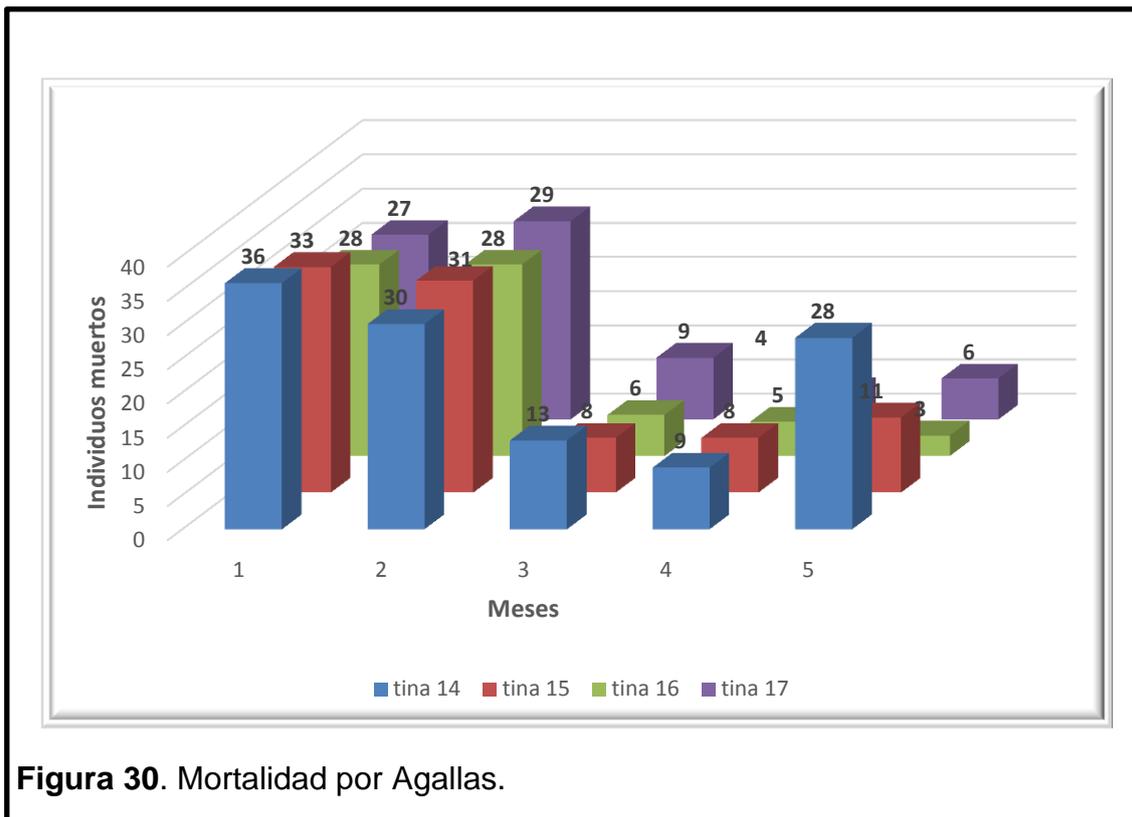


Figura 30. Mortalidad por Agallas.

En la figura 30 se detallan el número de individuos muertos por agallas. De acuerdo a Gijón & Zarza, 2006 esta enfermedad es causada por la turbidez del agua y falta de higiene en los estanques. Durante la investigación hubo lluvias constantes y causaba que aumente la turbidez del agua, ocasionó la proliferación de esta enfermedad y afectó el apetito de los ejemplares causando un desequilibrio de nutrientes. Pese a que esta enfermedad estuvo presente en todas las tinas de investigación, las tinas con TP presentaron mayor resistencia a esta enfermedad como se indica en la figura 29. En el quinto mes afecto más a las tinas sin probióticos posiblemente por bacterias presentes en los estanques o en materiales de trabajo, sin embargo en el sexto mes no hubo presencia de la enfermedad debido a que las lluvias cesaron y a la implementación del protocolo de curación y prevención. El porcentaje de mortalidad causada por agallas fue de 11,04 % para la T14, 8,66 % para la T15, 6,66 % para la T16 y 7 % para la T17.

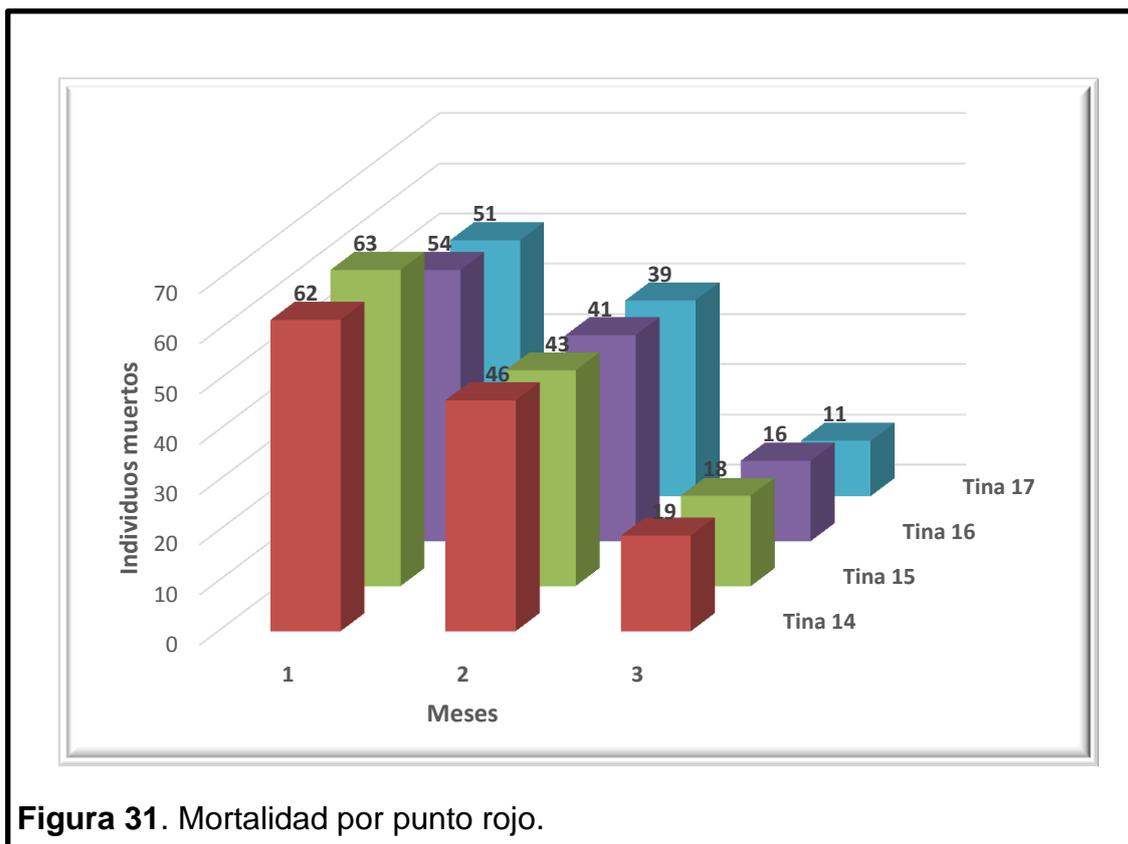


Figura 31. Mortalidad por punto rojo.

En la figura 31 se detalla el número de individuos muertos por la enfermedad de punto rojo. Esta enfermedad es causada por toxinas producidas por bacterias presentes en el agua o alimento y la falta de higiene en la manipulación de alimento o materiales de trabajo, cuando se detecta esta enfermedad es necesario realizar el protocolo de curación y prevención detallado en la tabla 13, caso contrario, si no se trata esta enfermedad puede ocasionar un porcentaje alto de mortalidad. Las tinas TP presentaron menos mortalidad por esta enfermedad esto podría ser por los beneficios de resistencia inmunológica que brinda el probiótico ya mencionados. En la investigación se detectó esta enfermedad hasta el tercer mes, esto es porque los individuos son más propensos a contraer enfermedades en los primeros meses de desarrollo como menciona Gijón & Zarza, 2006. El punto rojo resultó ser la enfermedad que causó mayor porcentaje de mortalidad en la investigación con un 12,09 % para la T14, 11,8 % para la T15, 10,57% para la T16 y 9,61 % para la T17.

4.6. Análisis de Ácidos Grasos

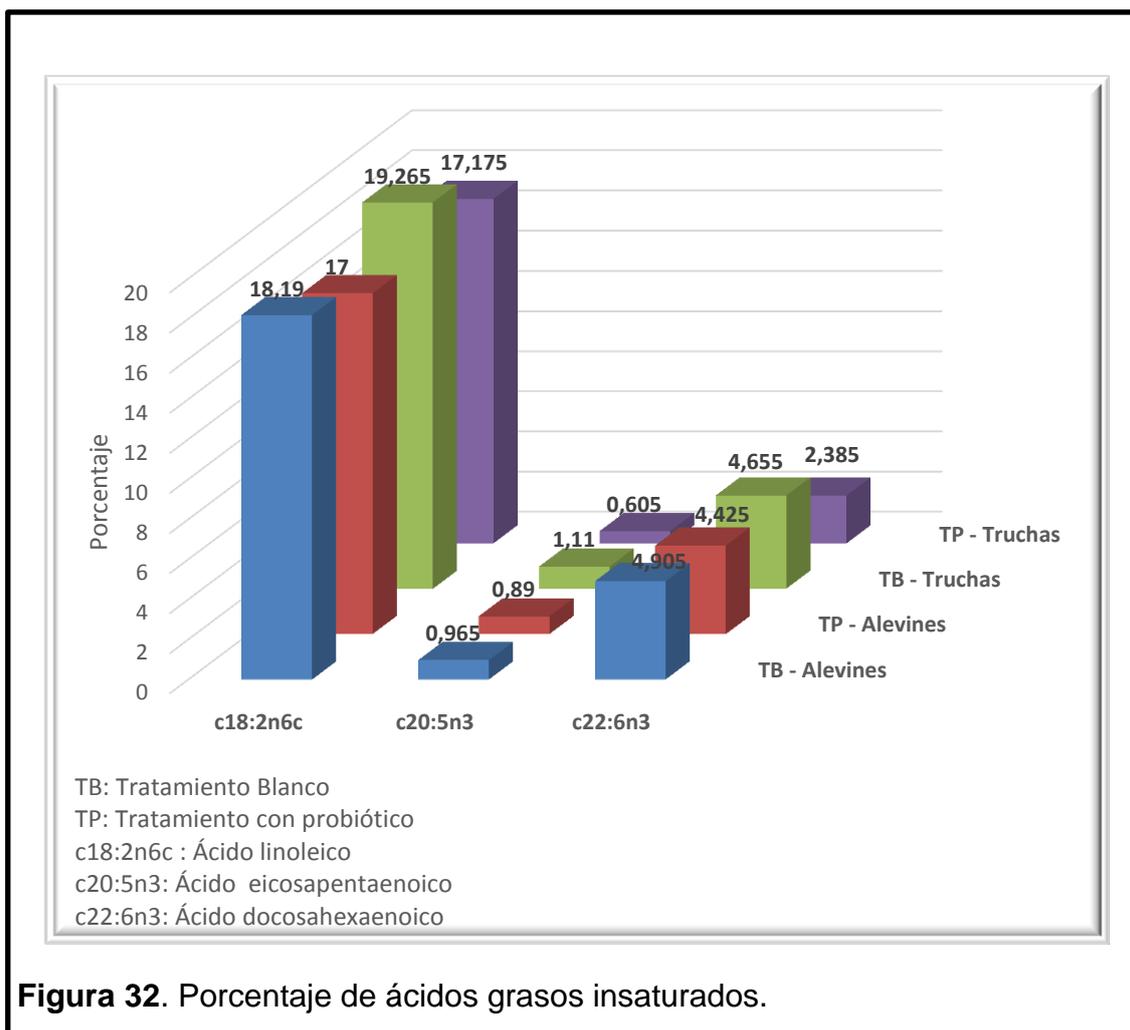


Figura 32. Porcentaje de ácidos grasos insaturados.

De acuerdo a estudios realizados, la trucha se encuentra entre los pescados que poseen mayor cantidad de ácidos grasos, contiene 779 mg. de ácidos omega 3 y 561 mg. de omega 6, por cada 100 gramos de pescado. La cantidad de ácidos grasos, lípidos y proteínas presentes en el animal depende de la composición nutricional del alimento o balanceado que se proporcione. Al implementar una dieta con adición de probióticos, se busca la fijación de los nutrientes en el animal, por el efecto que éstos tienen en el desarrollo y bienestar de los individuos como mencionan Sargent *et al.*, 1999a; Borges *et al.*, 2009; Rodiles *et al.*, 2009a; Rodiles *et al.*, 2009b. Al realizar los análisis de ácidos grasos omega-3, se obtuvo como resultado que en los ejemplares de las truchas con TB existe mayor porcentaje de estos ácidos que en los ejemplares

de trucha con TP en las muestras de las dos etapas de experimentación, de la misma manera sucedió para los análisis de los ácidos grasos omega-6. Sin embargo, en el perfil de ácidos grasos anexo 7, no se observan valores que representen diferencia significativa entre los ejemplares de ambos tratamientos, estos resultados son similares a los de Gracia, 2011, donde no existió diferencia significativa entre juveniles de lenguado alimentados con y sin probióticos.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla 18. Análisis Económico

Tratamiento	Tina	Peso por trucha (g.)	Tiempo (Días)	(A) Peso adicional (g.)	(B) Precio peso adicional (\$)	(C) Precio total por trucha (\$)	Individuos (Truchas)	Ganancia por supervivencia (\$)	Costos de Producción (Tabla 19)	Utilidad Neta (\$)
Sin probiótico	14	267,5	180	17,50	0,10	1,47	793,0	1166,70	356,23	810,48
	15	272,5	180	22,50	0,12	1,50	822,0	1231,97	356,23	875,75
Con Probiótico	16	285	180	35,00	0,19	1,57	858	1344,92	433,77	911,15
	17	290,25	180	40,25	0,22	1,60	869	1387,25	433,77	953,48

Base de trucha (g.)	250
Precio por kilo(\$)	5,5
Precio por gramo	0,0055
Precio por trucha de 250 g	1,375

(A)= Peso por trucha - Base de trucha
(B)= Precio por gramo * Precio adicional
(C) = Precio base trucha + Precio Peso adicional
(D) = Individuos * Precio total por trucha

En la tabla 18 se detalla la ganancia económica que se obtiene por la supervivencia y peso de los individuos. El peso de la trucha para su comercialización es de 250 gramos, peso que los individuos de ambos tratamientos superaron durante los 6 meses de investigación, sin embargo las tinas con TP obtuvieron mayor peso, lo que significa que generan un precio superior por el peso adicional. De igual manera sucedió para el porcentaje de supervivencia porque las tinas con TP presentaron mayor número de individuos vivos por lo que existe más truchas para comercializar.

Se seleccionaron las mejores tinas de cada tratamiento para hacer la comparación, el resultado fue que los individuos de la T17 tienen una diferencia de precio de 10 ctvs. por trucha ante la T15, pese a que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos como se explicó en los análisis estadísticos. Se puede determinar que el valor ganado en peso y el porcentaje de supervivencia de las tinas con probiótico generan diferencia económica.

Tabla 19. Costos de Producción para ambos tratamientos.

Costos de producción					
Alevines sin Probiótico			Alevines Con Probiótico		
Cantidad de balanceado (kg)		Precio (\$)	Cantidad de balanceado (Kg)		Precio (\$)
515,963		692,4512	588,652		791,5398
Medicina	20g	20	Medicina	20g	20
			Probiótico	500 Lt	56
Total		712,4512	Total		867,5398
Total para 2		356,2256	Total para 2		433,7699

En la tabla 19 se detallan los costos de producción de ambos tratamientos. El valor total indica que las tinas con TP generan mayores costos de producción, esto es por la adquisición del probiótico y por la cantidad de alimento ingerido, sin embargo gracias a la aplicación del probiótico los ejemplares obtuvieron mayor porcentaje de supervivencia y mayor ganancia de peso y esto genera mayores ingresos económicos.

Se juntaron las ganancias de las tinas de los dos tratamientos para determinar la utilidad neta que produjeron. Como se detalla en la tabla 18 existe diferencia económica entre ambos tratamientos, esta diferencia fue de 178 dólares por 2000 alevines sembrados, esta ganancia está influenciada por la diferencia de peso y supervivencia que se obtuvo. Esta diferencia económica puede incrementarse si la densidad de siembra se aumenta. De esta manera se podría mencionar que la aplicación de probióticos en el cultivo de la trucha presenta mejoras en el ciclo productivo representadas por las ganancias económicas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

El efecto del probiótico comercial BIO-PROBIOTIC-C[®] influyó en el ciclo productivo de la trucha porque permitió que los individuos adquirieran mayor peso en menor tiempo y redujo el porcentaje de la mortalidad.

La incorporación del probiótico comercial BIO-PROBIOTIC-C[®] en el balanceado mejora el porcentaje de supervivencia de los individuos que consumen esta dieta, porque proporciona resistencia inmunológica ante las principales enfermedades.

El incremento de talla de los individuos con TP y los de TB no presenta una diferencia significativa en el transcurso y al final del ciclo productivo.

Proporcionar alimento balanceado con probiótico permite un mayor incremento de peso en menor tiempo lo que permite que el animal esté listo para su venta.

Las principales enfermedades que afectaron a los individuos fueron punto rojo y agallas y afectan en mayor porcentaje en las etapas tempranas del ciclo productivo, estas enfermedades estuvieron relacionadas con la turbidez del agua por las lluvias constantes y la higiene de instalaciones durante la investigación.

El punto rojo fue la enfermedad que causó mayor mortalidad a comparación con la enfermedad de agallas, pese a esto las tinas con TP presentaron menor porcentaje de mortalidad en la investigación.

La composición de ácidos grasos insaturados de la carne de trucha, al final del ciclo productivo, no tiene diferencia significativa en los dos tratamientos.

Con el análisis económico se determinó que el rendimiento de las tinas con TP genera mayor ganancia económica gracias a la diferencia de peso ganado y al porcentaje de supervivencia. El peso adicional que obtuvo la T17 genera 9 centavos por trucha que a densidades mayores la ganancia económica aumenta.

6.2. RECOMENDACIONES

Realizar un posterior estudio con tratamientos en el que se utilice probióticos en balanceados que tengan otra composición nutricional.

Realizar investigaciones con diferentes cepas probióticas para determinar cual tiene mejor efecto en ganancia de talla y peso y porcentaje de supervivencia del ciclo productivo de la trucha.

Controlar las condiciones de temperatura, pH, turbidez de agua, densidad de siembra, entre otras, de las unidades experimentales para obtener datos confiables y realizar posteriores análisis.

Establecer diferentes dosis de probiótico en la preparación de balanceado para analizar los diferentes efectos de las cepas probióticas.

REFERENCIAS

- Acuariofilia Madrid. (2014). *Carpa común y trucha arcoiris declaradas especies invasora*. Recuperado el 18 de Abril del 2016 de: <http://acuariofiliamadrid.org/Thread-Carpa-com%C3%BAAn-y-trucha-arcoiris-declaradas-especies-invasoras>
- Betancourt, L., Bustamante, C. y Díaz, G. (2009). *Determinación de la composición de ácidos grasos en tejidos seleccionados de canales de vacuno y de búfalo*. Bogotá, Colombia
- Borges, P., Oliveira, B., Casal, S., Dias, J., Conceicao, L. E. C. and Valente, L. M. P. (2009). *Dietary lipid level affects growth performance and nutrient utilization of Senegalese sole (Solea senegalensis)*. British Journal of Nutrition 102, 1007-1010.
- Buenaño, M. (2010). *Hemograma de trucha arco iris "Oncorhynchus mykiss" en tres etapas de producción en la cuenca alta de la provincia de Napo, Ecuador*. Boletín técnico 9, Serie Zoológica 6:1-14
- Capel, J. (2016). *Su majestad trucha fario*. Recuperado el 18 de Abril del 2016 de: <http://blogs.elpais.com/gastronotas-de-capel/2016/02/su-majestad-la-trucha-fario.html>
- Castex, M. (2009). *Evaluation du probiotique bactérien Pediococcus acidilactici MA18/5M chez la crevette pénéide Litopenaeus stylirostris en Nouvelle-Calédonie*. <http://archimer.ifremer.fr/doc/2009/these-6814.pdf>
- CEDEP. (2009). *Manual de crianza de la trucha arco iris "Oncorhynchus mykiss."* Recuperado el 15 de Mayo del 2015 de: <http://www.gbcbiotech.com/genomicaypesca/documentos/peces/trucha/Manual%20de%20crianza%20truchas.pdf>
- CETUSREPORTS. (2014). *La trucha de Acuicultura*. Recuperado el 1 de Abril del 2016 de http://cetusreports.com/2014/01/05/trucha-acuicultura/#_ftnref3
- Clements, K. D. (1997). *Fermentation and gastrointestinal microorganisms in fishes*. 156-198. En: Mackie, R. I., B. A. With y R. E. Isaacson (Eds.). *Gastrointestinal ecosystems and fermentations*. Chapman and Hall

- Microbiology Series, International Thompson Publishing, Nueva York. 241 p.
- Coronado, M., Vega y León, S., Gutiérrez, R., García, B. & Díaz, G. (2006). *Los ácidos grasos omega-3 y omega-6: nutrición, bioquímica y salud*. Recuperado el 4 de Abril del 2016 de: http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2006/03/e_AcidosGrasos.pdf
- Denev, S., Staykov, Y., Moutafchieva, R. y Beev, G. (2009). *Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of probiotics and prebiotics in finfish aquaculture*. p.29.
- FAO. (2002). *Estado mundial de la pesca y acuicultura*. Recuperado el 1 de abril del 2016 de: <http://www.fao.org/docrep/005/y7300s/y7300s05.htm>.
- FAO. (2011). *Programa de información de especies acuáticas*. Recuperado el 15 de Mayo del 2015 de: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/es
- FAO. (2012). *Grasa y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos*. Recuperado el 25 de Junio del 2015 de: <http://www.fao.org/docrep/017/i1953s/i1953s.pdf>
- FAO. (2011). *Small-scale rainbow trout farming*. Fisheries and aquaculture technical paper.
- FAO. (2013). *Programa de información de especies acuáticas Oncorhynchus mykiss*. Recuperado el 03 de Marzo del 2016 de: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/es#tcNA008C
- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES). (2014). *Manual de Crianza de Trucha*. Recuperado el 24 de Marzo del 2016 de: http://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/MANUAL_TRUCHA.pdf
- Fouz, B., Zarza, C. & Amaro, C. (2006). *First description of non-motile Yersinia ruckeri serovar I strains causing disease in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum), cultured in Spain*. Journal of Fish Diseases, 29: 319-381

- Galárraga, H. (2004). *Estado y gestión de los recursos hídricos en el Ecuador*. Recuperado el 31 de Marzo del 2016 de: <http://tierra.rediris.es/hidrored/basededatos/docu1.html>
- Gallardo, (2012). *Aplicación de modelos de balance de masa nutricional para la estimación de descargas en el cultivo de trucha arcoíris en ríos de altura del Austro Ecuatoriano*. Recuperado el 15 de Mayo del 2015 de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/522/1/Diego%20Gallardo%20P%C3%B3lit.pdf>
- García, D., Gallego, I. & Espinoza, A. (2013). *Desarrollo de la producción de trucha arco iris "Oncorhynchus mykiss" en el Centro de México*. Revista AquaTIC, número 38, 46-56
- Gijón, D. Zarza, C. (2006). *Enfermedades emergentes en el cultivo de la trucha arco iris*. Recuperado el 07 de Abril del 2016 de: [http://146.192.208.11/Internet/SkrettingSpain/webInternet.nsf/wprid/85AD4A8A80404486C125746E0045F310/\\$file/EspVer061217.pdf](http://146.192.208.11/Internet/SkrettingSpain/webInternet.nsf/wprid/85AD4A8A80404486C125746E0045F310/$file/EspVer061217.pdf)
- Godoy, M. (2013). *Patología en Acuicultura*. Recuperado el 18 de Abril del 2016 de: http://www.marcosgodoy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=162:necrosis-pancreatica-infecciosa-ipn-en-salmon-del-atlantico-salmo-salar-i-patologia-macroscopica&catid=86:necrosis-pancreatica-infecciosa&Itemid=435&lang=es
- Indualimentos. (2011). *Ácidos Grasos EPA y DHA y su Vital Importancia en la Nutrición Humana*. Recuperado el 16 de Mayo del 2016 de: <http://www.dinta.cl/wp-dintacl/wp-content/uploads/epa-dha.pdf>
- MAGAP. 2014. *Proyecto de MAGAP fortalece la producción de alevines de Trucha*. BOLETÍN N° 091/VAP
- Martínez, G. (2010). *Manual básico para el cultivo de la Trucha Arco iris*. Recuperado el 22 de Marzo del 2016 de: <https://issuu.com/lcamues/docs/manual-basico-para-el-cultivo-de-trucha-arco-iris->

- Maiz, R. Valero, L. Briceño, D. (2010). *Elementos prácticos para la cría de truchas en Venezuela*. Recuperado el 30 de marzo del 2016 de: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/137-truchas.pdf.
- Mendoza, R. Palomino, A. (2004). *Manual de crianza de la trucha arco iris en jaulas*. Recuperado el 24 de Marzo del 2014 de http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manua_trucha_jaulas.pdf
- Merrieffield, D., Dimitroglou, A., Foey, A., Davies, S., Baker, R., Bogwald, J., Castex, M., y Ringo, E. (2010). *The corrent status and future focus of probiotic and prebiotic aplicaciones for salmonids*. Vol.302. No. 1-2, p. 1-18.
- Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2010). *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico*. Recuperado el 28 de Marzo del 2016 de: <http://faolex.fao.org/docs/pdf/col146504.pdf>
- Molina, C. (2004). *Producción y comercialización de trucha arco iris "Oncorhynchus mykiss" para exportación*. Recuperado el 14 de Mayo del 2015 de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/872/1/75964.pdf>
- Monroy, M., Castro, T., Castro, J., Castro, G., De Lara, R. (2012). *Beneficios del uso de probióticos en la flora bacteriana intestinal de los organismos acuáticos*. México. Recuperado el 20 de Mayo del 2016 de: <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/revista/85/pdfs/probioticos.pdf>
- Mora, V. Uyaguari, M. Osorio, V. (2009). *Situación actual de las especies introducidas en el Ecuador con fines acuícolas*. Recuperado el 30 de Marzo del 2016 de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1550/1/3076.pdf>
- Oliva, G. (2011). *Manual de buenas prácticas de producción acuícola en el cultivo de trucha arco iris*. Recuperado el 28 de Marzo del 2016 de <http://www.perucam.com/presen/pdf/19.%20Manual%20Buenas%20Pr>

%E1cticas%20Acu%EDcolas%20en%20el%20cultivo%20de%20la%20trucha%20Arco%20Iris.pdf

- Phillips V., 2006, *Manual básico para el cultivo de trucha arcoiris*, Global Environmental Management. Chapingo, Chile, 6-8.
- Piscis. (2016). Gisis *Balanceado Truchas*. Recuperado el 18 de Abril del 2016 de: <http://www.gisis.com.ec/gisis-s-a-compania-de-alimentos-balanceados-en-ecuador/>
- Redesa Perú. (2006). *Alcance para la producción de trucha en jaulas artesanales. Huancané – Puno*.
- Reitan, K. I., J. R. Rainuzzo, G. Øie y Y. Olsen. 1997 A review of the nutritional effects of algae in marine fish larvae. *Aquaculture*, 155: 207-221.
- Rodiles, A., Herrera, M., Hachero-Cruzado, I., Ruíz-Jarabo, I., Mancera, J. M. and Alarcón, F. J. (2009b). *Efecto de la relación proteína-lípido sobre el crecimiento y parámetros metabólicos de juveniles de lenguado senegalés (Solea senegalensis)*. In *XII Spanish Aquaculture Society Meeting*, November 24-26 2009, Madrid, España.
- Rodríguez, E., Marrero, D., González, V, Sierra, R. y Adames, Y. (2008). *Validación de un método por Cromatografía de Gases para la determinación de los ácidos grasos que componen el D-004 ingrediente activo*. Cuba.
- Sargent, J., Bell, G., McEvoy, L., Tocher, D. and Estévez, A. (1999a). Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. *Aquaculture* **177**, 191-199.
- Simon, O., Jadamus, A., Vahjen, W. (2001). *Probiotic feed additives—effectiveness and expected modes of action*. *J Anim Feed Sci* 10: 51–67.
- Torpoco, R. (2013). *La trucha en la actualidad*. Recuperado el 18 de Abril del 2016 de <http://latruchaenlaactualidadhuancayoyorck.blogspot.com/>
- Troutlodge. (2016). *Conteo y recepción de ovas*. Recuperado el 14 de Mayo del 2016 de <http://www.troutlodge.com/?pageID=C9D574B1-3048-7A03-39861D54E47E4E85>

- Valenzuela, R., Tapia, G., González, E. y Valenzuela, A. (2011). *Ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA) y su aplicación en diversas situaciones clínicas*. Volumen 38. Número 3, 356-367
- Vázquez, J. A., M. P. González y M. A. Murado. 2005. *Effects of lactic acid bacteria cultures on pathogenic microbiota from fish*. *Aquaculture*, 245: 149-161. Recuperado el 28 de Mayo del 2016 de: http://digital.csic.es/bitstream/10261/51206/1/Effects_lactic_acid_bacteria.pdf
- Villamil, L., Martínez, M. (2009). *Probióticos como herramienta biotecnológica en el cultivo de camarón*. Recuperado el 03 de Marzo del 2016 de: <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v38n2/v38n2a09>

ANEXOS

Anexo 3. Resultado del incremento de talla mensual

Incremento de talla mensual (cm.) (ITM)				
Meses	Tina 14	Tina 15	Tina 16	Tina 17
1	4,25	4,4	4,45	4,55
2	5	5	5,1	5,45
3	4	4,1	4,45	4,3
4	4,2	4,25	4,35	4,5
5	4,15	4,2	4,3	4,4
6	3,9	3,65	3,35	3,3

Anexo 4. Tabla ANOVA – Comparación talla ganada

<i>Fuente</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos 14 - 15	0,00	0,9460
Entre grupos 14 - 16	0,09	0,7717
Entre grupos 14 - 17	0,27	0,6162
Fuente		
Entre grupos 15 y 16	0,05	0,8238
Entre grupos 15 y 17	0,20	0,6618
Fuente		
Entre grupos 16 y 17	0,05	0,8227

Anexo 5. Tabla ANOVA - Comparación peso ganado

Fuente	Razón-F	Valor-P
Entre grupos 14 - 15	0,00	0,9647
Entre grupos 14 - 16	0,02	0,8797
Entre grupos 14 - 17	0,04	0,8433
Fuente		
Entre grupos 15 - 16	0,01	0,9148
Entre grupos 15 - 17	0,02	0,8787
Fuente		
Entre grupos 16 - 17	0,00	0,9647

Anexo 6. Tabla ANOVA - Comparación de supervivencia

<i>Fuente</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos 14 - 15	2,21	0,1383
Entre grupos 14 - 16	23,88	0,0000
Entre grupos 14 - 17	36,31	0,0000
Fuente		
Entre grupos 15 - 16	12,87	0,0004
Entre grupos 15 - 17	23,15	0,0000
Fuente		
Entre grupos 16 - 17	1,61	0,2052

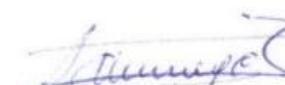
Anexo 7. Perfil Ácidos Grasos de los tratamientos.

ACIDO GRASO %	SÍMBOLO	METODO REF.	16-0865		16-0866		16-0867		16-0868	
			Harina de trucha Muestra 1 sp		Harina de trucha Muestra 2 sg		Harina de trucha Muestra 1 cp		Harina de trucha Muestra 1 cp	
Ácido laurico	c12	AOAC 963.22	0,27	0,27	0,32	0,32	0,25	0,24	0,34	0,35
Ácido mirístico	c14	AOAC 963.22	2,81	2,81	3,13	3,11	2,93	2,91	3,08	3,09
Ácido pentadecanoico	c15:0	AOAC 963.22	0,48	0,48	0,56	0,56	0,48	0,47	0,59	0,59
Ácido palmítico	c16:0	AOAC 963.22	26,27	26,49	26,16	26,21	27,28	27,08	28,70	28,78
Ácido palmítoleico	c16:1	AOAC 963.22	5,12	5,17	5,15	5,18	5,69	5,67	4,82	4,86
Ácido heptadecanoico	c17:0	AOAC 963.22	0,51	0,51	0,59	0,60	0,50	0,50	0,68	0,68
Ácido cis-10-heptadecanoico	c17:1	AOAC 963.22	0,45	0,33	0,32	0,32	0,45	0,44	0,44	0,44
Ácido estearico	c18:0	AOAC 963.22	6,42	6,47	6,36	6,46	6,37	6,34	7,67	8,01
Ácido oléico	c18:1n9c	AOAC 963.22	26,71	26,84	25,19	25,53	27,45	27,46	26,98	27,06
Ácido linoleico	c18:2n6c	AOAC 963.22	18,32	18,06	19,40	19,13	16,91	17,09	17,22	17,13
Ácido araquídico	c20:0	AOAC 963.22	0,22	0,22	0,25	0,26	0,22	0,22	0,31	0,31
Ácido γ -linoleico	c18:3n6	AOAC 963.22	0,22	0,32	0,29	0,20	0,32	0,32	0,17	0,17
Ácido cis-11-eicosenoico	c20:1	AOAC 963.22	1,40	1,37	1,34	1,33	1,34	1,34	1,49	1,42
Ácido linolenico	c18:3n3	AOAC 963.22	1,52	1,53	1,70	1,70	1,39	1,37	1,28	1,27
Ácido cis-11-14-eicosadienoico	c20:2	AOAC 963.22	1,14	1,13	1,15	1,14	1,02	1,03	1,10	1,05
Ácidobehenico	c22:0	AOAC 963.22	0,16	0,15	0,19	0,18	0,15	0,16	0,22	0,21
Ácido cis-8,11,14-eicosatrienoico	c20:3n6	AOAC 963.22	0,42	0,42	0,39	0,39	0,41	0,41	0,34	0,33
Ácido erucico	c22:1n9	AOAC 963.22	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,17	0,16
Ácido cis-11,14,17-eicosatrienoico	c20:3n3	AOAC 963.22	0,14	0,14	0,16	0,16	0,12	0,12	0,13	0,12
Ácido tricosanoico	c23:0	AOAC 963.22	0,72	0,71	0,73	0,73	0,69	0,69	0,51	0,50
Ácido cis-13,16-docosadienoico	c22:2	AOAC 963.22	0,07	0,14	0,17	0,17	0,13	0,13	0,11	0,10
Ácido lignocerico	c24:0	AOAC 963.22	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,12	0,11
Ácido cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoico	c20:5n3	AOAC 963.22	0,97	0,96	1,11	1,11	0,89	0,89	0,62	0,59
Ácido nervónico	c24:1	AOAC 963.22	0,41	0,39	0,40	0,33	0,38	0,39	0,44	0,40
Ácido cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico	c22:6n3	AOAC 963.22	4,97	4,84	4,70	4,61	4,38	4,47	2,48	2,29

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente


Dr. Armando Rubio
RESPONSABLE DE CALIDAD




Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.

NOTA DE CONFIDENCIALIDAD: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial. No debe ser comunicada al destinatario del mismo y solo puede ser usada por este. Si el lector de este control de laboratorio o el destinatario del mismo se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido esta información por error, por favor notificar inmediatamente al remitente por este mismo medio y eliminar la información.

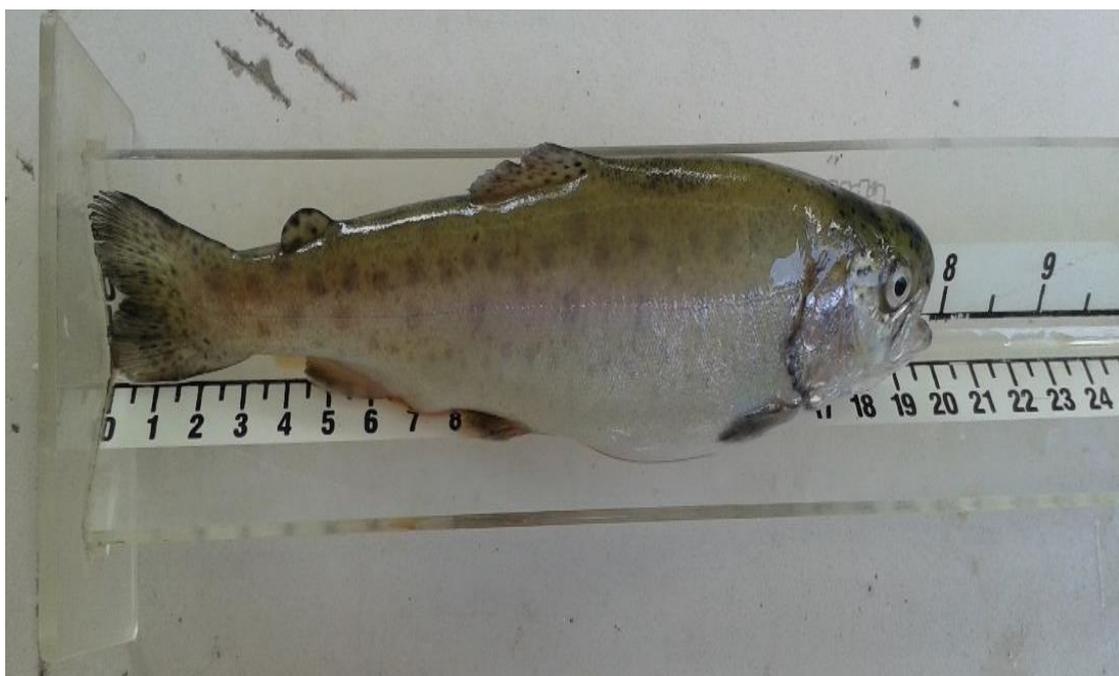
Anexo 8. Clasificación y etiquetado de muestras



Anexo 9. Pesaje de muestras



Anexo 10. Medición de muestras



Anexo 11. División de estanque para juveniles



Anexo 12. División de estanque para truchas



Anexo 13. Preparación de muestras para liofilización



Anexo 14. Liofilización de muestras

