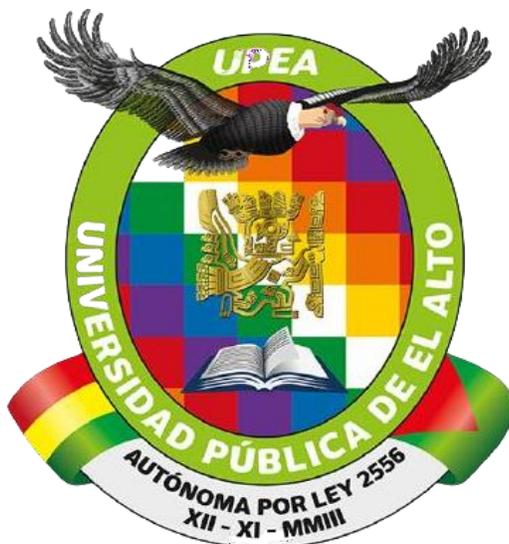


UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS DE GRADO

EFFECTO DE DOS TIPOS DE ALIMENTOS EN ALEVINOS DE TRUCHA ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*), EN JAULAS FLOTANTES, MUNICIPIO DE CHUA COCANI, LA PAZ.

PRESENTADO POR:

ROGELIO LIUCA MURGUIA

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN:
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

ASESOR:

M.Sc.M.V.Z. NESTOR SALAZAR LAYME

EL ALTO, LA PAZ – BOLIVIA
2022



UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



HOJA DE APROBACIÓN

TESIS DE GRADO

**EFFECTO DE DOS TIPOS DE ALIMENTOS EN ALEVINOS DE TRUCHA
 ARCO IRIS (*Oncorhynchus mykiss*), EN JAULAS FLOTANTES,
 MUNICIPIO DE CHUA COCANI, LA PAZ.**

PRESENTADO POR:

ROGELIO LIUCA MURGUIA

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN:
 MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

ASESOR:

FIRMA

M.Sc. M.V.Z. NÉSTOR SALAZAR LAYME

TRIBUNALES:

FIRMA

M.Sc. M.V.Z. ALAN MÁRQUEZ APAZA

M.Sc. M.V.Z. JORGE EMILIO MAMANI HUANCA

Lic. M.V.Z. RENAN MILTON LÓPEZ LUTINO

Lic. M.V.Z. Rodolfo Efraín Berdeja Ovidio
 DIRECTOR DE CARRERA
 MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EL ALTO, LA PAZ – BOLIVIA
 2022

DEDICATORIA

A nuestro Señor Todopoderoso

A mí Querida Madre

Angélica Murguía Vda. de Liuca

Quien fue mi refugio, fortaleza y mi inspiración para seguir
adelante

A mis Hermanos

Virguinia, Jesús, Limber y Francisco

Por el apoyo que siempre me brindaron en el transcurso
de mi Carrera

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome y por haberme permitido llegar hasta este punto y por darme todas las bendiciones.

A la Granja Piscícola "Cuarite" por permitirme realizar el trabajo de campo en sus instalaciones, al Ing. Ronal Llamaca Cuarite por brindarme su conocimiento. Así mismo agradecer a la Tec. Soledad Llanos por su amistad y colaboración brindada.

A la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Pública de El Alto, por haberme abierto las puertas para poder estudiar esta noble Carrera, como también a los diferentes docentes que me brindaron su conocimiento y su apoyo para seguir adelante en mi formación académica.

A mi asesor M.Sc. M.V.Z. Nestor Salazar Layme por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, como también haberme tenido toda la paciencia para guiarme durante el desarrollo de la tesis.

A los distinguidos miembros del tribunal M,Sc. M.V.Z. Jorge Emilio Mamani, M,Sc. M.V.Z. Alan Márquez Apaza, M.V.Z. Renan Milton López de la revisión de la presente tesis por el constante apoyo, consejos oportunos y paciencia que permitieron culminar con éxito el presente trabajo.

A mi amigo M.V.Z. Rolando Paco, quien me enseñó que con fuerza de voluntad uno puede enfrentar y vencer obstáculos inesperados para triunfar en la vida.

A mis compañeros, Cindy Lidia Mendoza, Alfredo Mayta, Amilcar Ali, Nilton Cruz y José Luis Laura por haberme brindado su colaboración incondicional.

ÍNDICE TEMÁTICO

	Paguinas
PORTADA	i
HOJA DE APROBACION	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE TEMATICO	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. Generalidades	2
2.2. Planteamiento de problema	3
2.3. Justificación	3
2.4. Objetivos	3
2.4.1. Objetivo general	3
2.4.2. Objetivos específicos.....	4
2.5. Hipótesis.....	4
2.5.1. Hipótesis nula	4
2.5.2. Hipótesis alterna.....	4
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1. Origen y distribución geográfica de la trucha	5
3.2. Introducción de la Trucha Arco Iris en Bolivia	5
3.3. Características generales de la trucha.....	6
3.4. Etapa de alevinaje de la trucha.....	6
3.4.1. Características externas	7
3.4.1.1. Cabeza	7
3.4.1.2. Cuerpo	7
3.4.1.3. Cola.....	7
3.4.1.4. Aletas	8
3.4.2. Características internas	8
3.4.2.1. Aparato digestivo.....	8
3.4.2.2. Boca	8

3.4.2.3.	Faringe	8
3.4.2.4.	Esófago	9
3.4.2.5.	Estomago	9
3.4.2.6.	Intestino.....	9
3.4.2.7.	Hígado.....	9
3.4.2.8.	Páncreas	10
3.5.	Requerimientos nutricionales de las truchas.....	10
3.5.1.	Proteínas	11
3.5.2.	Lípidos.....	12
3.5.3.	Fibra	13
3.5.4.	Vitaminas.....	13
3.5.5.	Minerales.....	14
3.6.	Alimentación durante el periodo de crecimiento de la trucha	14
3.6.1	Cantidad de alimento a dosificar diariamente a trucha Arco Iris.....	15
3.7.	Tipos de alimento en la dieta de truchas.....	16
3.7.1	Alimento natural.....	16
3.7.2	Alimento balanceado	16
3.7.2.1.	Tipos de alimento Balanceado.....	17
3.7.2.2.	Requerimiento nutricional de nicovita y ewos alimentos balanceados para truchas en etapa de crecimiento.....	17
3.8.	Calidad y temperatura del agua en el cultivo de trucha Arco Iris.....	18
3.8.1.	Calidad del agua.....	18
3.8.2.	Temperatura del agua	19
3.8.3.	Alcalinidad	20
3.8.4.	Dureza total	20
3.8.5.	Oxígeno disuelto.....	20
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
4.1.	Localización del área de investigación.....	21
4.2.	Materiales.....	21
4.2.1.	Materiales biológicos	21
4.2.2.	Material experimental	21
4.2.3.	Materiales de campo	21
4.2.4.	Materiales de Gabinete.....	22
4.3.	Métodos	22

4.3.1.	Procedimiento	22
4.3.1.1.	Preparación y armado de la jaula flotante	22
4.3.1.2.	Acondicionamiento del lugar del pesado y medición de los alevinos	23
4.3.1.3.	Compra del alimento balanceado	23
4.3.1.4.	Compra y traslado de alevinos de trucha	23
4.3.1.5.	Recepción de los alevinos de trucha	24
4.3.1.6.	Distribución de los alevinos por tratamiento	24
4.3.1.7.	Alimentación de los alevinos	24
4.3.1.8.	Frecuencia y Periodo de alimentación	24
4.3.2.	Procedimiento para el control de la ganancia de peso (g)	24
4.3.3.	Procedimiento para el control de crecimiento	25
4.3.4.	Control de la mortandad	25
4.3.5.	Diseño de investigación.....	25
4.3.5.1.	Tipo de investigación.....	25
4.3.5.2.	Universo	26
4.3.5.3.	Muestra	26
4.3.5.4.	Unidad de Análisis.....	26
4.3.5.5.	Tipo de Muestreo.....	26
4.3.5.6.	Factores de estudio	26
4.3.5.6.	Variables de respuesta.....	27
4.3.6.	Diseño Experimental	27
4.3.7.	Análisis Estadístico.....	28
5.	RESULTADOS Y DISCUSION	29
5.1.	Efecto de dos tipos de alimentos (Nicovita y Ewos) en ganancia de peso (g) en etapa de alevino, en jaulas flotantes.....	29
5.2.	Efecto de dos tipos de alimentos sobre el crecimiento (cm) en etapa de alevino truchas Arco Iris	35
5.3.	Efecto de dos tipos de alimentos en alevinos sobre la mortalidad de truchas Arco Iris, al tratar con dos tipos de alimento (nicovita y ewos).....	47
6.	CONCLUSIONES.....	49
6.	RECOMENDACIONES	50
7.	BIBLIOGRAFÍA	51
8.	ANEXOS	56

ÍNDICE DE TABLAS

		Pagina
Tabla 1.	Descripcion Taxonomica de la trucha arco iris	6
Tabla 2.	Requerimiento nutricional de la trucha	10
Tabla 3.	Requerimiento de alimentacion en truchas, de acuerdo a la temperatura del agua, peso y talla	15
Tabla 4.	Ingredientes del alimento balanceado	16
Tabla 5.	Formula balanceada con especificaciones del alimento nicovita	17
Tabla 6.	Formula balanceada con especificaciones del alimento Ewos	18
Tabla 7.	Medidas de alimento para alevines	23
Tabla 8.	Estadístico descriptivo de ganancia de peso a los 15 dias	29
Tabla 9.	Analisis de prueba Z ganancia de peso 15 dias	30
Tabla 10.	Estadístico descriptivo de ganancia de peso a los 30 dias	31
Tabla 11.	Analisis de prueba Z ganancia de peso 30 dias	32
Tabla 12.	Estadístico descriptivo de ganancia de peso a los 45 dias	33
Tabla 13.	Analisis de prueba Z ganancia de peso 45 dias	34
Tabla 14.	Estadístico descriptivo de ganancia de peso a los 60 dias	35
Tabla 15.	Analisis de prueba Z ganancia de peso 60 dias	36
Tabla 16.	Crecimiento log. Variable de respuesta a los 15 dias	38
Tabla 17.	Analisis de prueba Z crecimiento a los 15 dias.....	39
Tabla 18.	Crecimiento log. Variable de respuesta a los 30 dias	40
Tabla 19.	Analisis de prueba Z crecimiento a los 30 dias.....	41
Tabla 20.	Crecimiento log. Variable de respuesta a los 45 dias	42
Tabla 21.	Analisis de prueba Z crecimiento a los 45 dias.....	43
Tabla 22.	Crecimiento log. Variable de respuesta a los 60 dias	44
Tabla 23.	Analisis de prueba Z crecimiento a los 60 dias.....	45
Tabla 24.	Efecto de dos tipos de alimento sobre la mortandad en 60 dias	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1. Diagrama y caja de bigotes a los 15 días	30
Figura 2. Diagrama y caja de bigotes a los 30 días	32
Figura 3. Diagrama y caja de bigotes a los 45 días	34
Figura 4. Diagrama y caja de bigotes a los 60 días	36
Figura 5. Promedio de ganancia de peso g. por tratamiento	37
Figura 6. Diagrama de cajas y bigotes longitud (cm) 15 días	39
Figura 7. Diagrama de cajas y bigotes longitud (cm) 30 días	41
Figura 8. Diagrama de cajas y bigotes longitud (cm) 45 días	43
Figura 9. Diagrama de cajas y bigotes longitud (cm) 60 días	45
Figura 10. Promedios de longitud (cm) por tratamiento	46
Figura 11. Porcentaje de mortalidad de Truchas Arco Iris por tratamiento hasta los 60 días de crianza.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pagina
Anexo A. Mapa del Departamento de La Paz	51
Anexo B. Anatomía externa de la trucha.....	52
Anexo C. Anatomía interna de la trucha.....	52
Anexo D. Preparación y armado de jaulas flotantes.....	53
Anexo E. Siembra de alevinos.....	55
Anexo F. Pesaje de alimento.....	56
Anexo G. Alimentación de alevinos.....	57
Anexo H. Cambio de redes.....	58
Anexo I. Control de la ganancia de peso.....	59
Anexo J. Control de crecimiento.....	60
Anexo K. Base de datos de muestreo por tratamiento peso longitud y mortandad del tratamiento 1 nicovita	61
Anexo L. Base de datos de muestreo por tratamiento peso, longitud y mortandad de tratamiento 1 nicovita	62
Anexo M. Base de datos de muestreo por tratamiento peso, longitud y mortandad del tratamiento 2 Ewos.....	63
Anexo N. Base de datos de muestreo por tratamiento peso, longitud y mortandad del tratamiento 2 Ewos.....	64

1. RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el Municipio de Chua Cocani de la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz, El objetivo fue evaluar el efecto de dos tipos de alimentos (Nicovita y Ewos) en la ganancia de peso, longitud y la determinación de la mortalidad acumulada, en la investigación se utilizaron 2.000 alevinos de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), con un peso promedio inicial de 0,98 gramos y una longitud 3,5 cm., los cuales fueron distribuidos al azar en dos jaulas flotantes 1.000 alevines por tratamiento, la evaluación se lo realizó cada 15 días hasta los 60 días, los datos de peso (g), longitud (cm) fueron sometidos a un diseño experimental completamente al azar y pruebas de significancia entre medias de ambos tratamientos, los resultados fueron los siguientes: La ganancia de peso en gramos alimentados con dos tipos de alimentos (Nicovita T₁) y (Ewos T₂), a los 15 días el promedio fue de 1,211 g (T₂), y 0,926 g. (T₁), 30 días 2,859 g (T₂) y 2,378 g (T₁), 45 días 7,834 g (T₂) y 7,406 g (T₁) y a los 60 días 12,888 g (T₂) y 11,458 g (T₁). La longitud a los 15 días el promedio fue de 2,310 cm (T₂), y 2,112 cm (T₁), 30 días 3,318 cm (T₂) y 3,106 cm (T₁), 45 días 5,754 cm (T₂) y 5,396 cm (T₁) y a los 60 días 8,224 cm (T₂) y 7,840 cm (T₁). El porcentaje de Mortalidad acumulada a los 60 días fue 1,2% (T₂) y 2% (T₁). Los resultados obtenidos en truchas arco iris, alimentados con (Ewos T₂), muestra se obtiene buena ganancia de peso, longitud estadísticamente significativo ($P < 0,05$) y un porcentaje de mortalidad menor ($P > 0,05$) en comparación con el alimento (Nicovita T₁).

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Generalidades

En el lago Titicaca hay varias especies de peces nativos estos no se crían de manera intensiva (jaulas flotantes en el lago). Sin embargo en la década de 1930, se introdujo varias especies de salmónidos de agua dulce y así se inicia la piscicultura (Ortega, 2000).

En Bolivia pobladores de comunidades aledañas al lago Titicaca se dedican a la crianza de trucha de manera intensiva (jaulas flotantes en el lago). No obstante los varios intentos para desarrollar el cultivo de trucha a nivel comercial en la cuenca del altiplano y no existe continuidad institucional, razón por la cual el desarrollo es muy lento (San Morales, 2012).

Los piscicultores de Bolivia con dificultades en conseguir alimento de calidad continúan con la producción de trucha ya que esta es una alternativa de fuente de ingresos económicos. El éxito de producción de trucha depende de la eficiencia en el cultivo, principalmente del manejo del alimento y técnicas de alimentación considerando la calidad y cantidad de alimento suministrado (Mendoza, 2007).

La alimentación generalmente representa el mayor costo operativo de una explotación intensiva de peces pueden constituir aproximadamente el 55% a 80% de los costos de producción anuales totales de los criaderos comerciales. Elevados costos de producción asociados a la alimentación frecuentemente se relacionan a una pobre eficiencia en la conversión alimentaria, lo que resulta además en una importante descarga de nutrientes al medio acuático (Phillips et al., 2008).

Sin embargo, varios estudios indican que si bien para alcanzar el máximo crecimiento se debe alimentar ad-libitum "a saciedad", cuando se utiliza dicho manejo alimentario disminuye la eficiencia de conversión del alimento. Una herramienta muy utilizada para determinar la ración diaria a suministrar consiste en utilizar tablas de alimentación difundidas por las empresas que fabrican alimento considerando la temperatura del agua y tamaño de los peces, así maximizar eficientemente los nutrientes de alimentos balanceados, así como la implementación de prácticas adecuadas de manejo del alimento. (Fondo nacional de desarrollo pesquero (FONDEPES, 2004).

2.2. Planteamiento de problema

En la crianza de truchas en sistema de confinamiento o intensivo (jaulas flotantes) en el lago Titicaca, la alimentación y nutrición adecuada es uno de los pilares fundamentales ya que de ello depende hacer crecer y engordar a las truchas en el menor tiempo posible, ya que de ello depende el éxito de la producción de trucha. La economía de los criadores de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) depende del tiempo que sacan a la venta las truchas que crían es por eso que ellos buscan alimentos de buena calidad, adquiriéndolas del vecino país Perú el alimento que más compran es nicovita, hay otros alimentos pero estas no cumplen sus expectativas porque tardan más tiempo en hacer crecer a los alevinos. Hoy en día se está incorporando al mercado un alimento de nombre (ewos) de industria Chilena, con mayores proporciones en requerimiento nutricional. Por esa razón se opta la evaluación de dos tipos de alimentos (nicovita y ewos) con la cual se distinguirá calidad de alimento en crecimiento y ganancia de peso sin dejar de lado la mortandad, en la crianza de truchas en la etapa de alevino.

2.3. Justificación

La alimentación de calidad es uno de los factores importantes en la crianza de trucha, sobre todo en la etapa de alevino, porque de ello dependerá el tiempo de cosecha y posterior venta al mercado. Mediante el efecto de dos tipos de alimentos (nicovita y ewos) en etapa de alevino suministrados a dos tratamientos se distinguirá el crecimiento en longitud, ganancia de peso en gramos y mortandad de cada alimento. La motivación del presente trabajo es para obtener más investigación, sobre el efecto de dos tipos de alimentos (nicovita y ewos) en truchas criados en jaulas flotantes en el lago Titicaca de Bolivia.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del uso de dos tipos de alimentos sobre parámetros productivos en alevinos de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), en jaulas flotantes en el Municipio de Chua Cocani Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz – Bolivia.

2.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de dos tipos de alimentos (nicovita y ewos) en ganancia de peso (g) en etapa de alevino trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), en jaulas flotantes.
- Determinar el efecto de dos tipos de alimentos (nicovita y ewos) sobre el crecimiento (cm) en etapa de alevino de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), en jaulas flotantes.
- Estimar el efecto de dos tipos de alimentos sobre la mortalidad en alevino de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), al tratar con dos tipos de alimento (nicovita y ewos) en jaulas flotantes.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis nula

No existe diferencia significativa en la ganancia de peso, crecimiento y mortalidad en alevino de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentados con dos tipos de alimentos (nicovita y ewos).

2.5.2. Hipótesis alterna

Existe diferencia significativa en la ganancia de peso, crecimiento y mortalidad en alevinos de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentados con dos tipos de alimento (nicovita y ewos).

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Origen y distribución geográfica de la trucha

La trucha es un pez del orden de los salmónidos familia (*salmonidae*) cuyo nombre científico es (*Oncorhynchus mykiss*), nombre revalidado desde el año 1996 (antes se conocía como *salmo gairdneri*), precisamente por su origen en las zonas del pacífico en norte América. Posteriormente esta especie se introdujo a Europa, Asia, Australia y América del Sur (Klauer, 2004).

La producción de trucha o "truchicultura" ha tenido excelentes resultados, pues mediante las siembras realizadas por las estaciones de pesquería, se ha fomentado su propagación natural en lagos, lagunas y ríos. Abasteciendo para consumo humano y aprovechando su gran valor nutritivo (Camacho y Vásquez, 2000).

3.2. Introducción de la trucha Arco Iris en Bolivia

La acuicultura en el Lago Titicaca, se inició por los años 1939 – 1940, con la introducción de cinco salmónidos, de los cuales la trucha Arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), es objeto de la piscicultura en jaulas flotantes (Atencio, 2011).

En el Lago Titicaca la trucha encontró un medio muy propicio para su desarrollo, llegando a desplazar a otras especies como el suche y pejerrey, constituyendo una fuente alimenticia para la población de la ribera y de los centros urbanos de la zona. Sin embargo la pesca indiscriminada afectó el desarrollo de la especie produciéndose un paulatino decrecimiento de la población, causando problema a los pescadores como el desempleo, falta de ingresos y alimentos (Vergara, 2001).

El cultivo de la Trucha Arco iris en jaulas en el Lago Titicaca en Bolivia comienza en la décadas, intensificándose desde que el Gobierno Japonés a través de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) que apoyo en la región altiplánica a la difusión del cultivo de la trucha, tanto con la disponibilidad de alevinos, asistencia técnica y capacitación, mediante la cual muchos productores directa o indirectamente conocieron las ideas básicas de esta actividad (Morales, 2003).

3.3. Características generales de la trucha

Tabla 1.

Descripción Taxonómica de la trucha Arco Iris

Phylum:	Chordata
Sub Phylum:	Vertebrata
Orden:	Salmoniformes
Superorden:	Protacanthopterygii
Familia:	Salmonidae
Subfamilia:	Salmoninae
Clase:	Actinopterygii
Género:	<i>Oncorhynchus</i>
Especie:	<i>Mykiss</i>

Fuente: Palomino, 2004

3.4. Etapa de alevinaje de la trucha

Comienza cuando la membrana de la ova es disuelta por enzimas desde el interior, el alevín de primer estadio (larva), coletea dentro hasta que la rompe, saliendo del huevo mediante movimientos de látigo, mide solamente unos 18mm, tiene una gran vesícula vitelina que le cuelga por debajo, la cual contiene las reservas alimenticias para esta primera etapa. Tiene los ojos relativamente grandes, muy oscuros y las aletas aunque presentes no están bien diferenciadas, se distingue claramente el corazón latiendo y los principales vasos sanguíneos, ya que su cuerpo es prácticamente transparente (Tomas, 2013).

durante los primeros 25 - 45 días huyen de la luz y van a favor de la gravedad, se alimentan del saco vitelino durante dos o tres semanas, según la temperatura, pero en general cuando el alevín tiene sobre unos 2.5 cm. ya ha consumido casi íntegramente su vesícula vitelina (Mastrokalo, 1999; citado por Tomas, 2013).

Es entonces que se le debe suministrar alimento para que los alevines de inicio, comienzan a alimentarse artificialmente, cuando ya han absorbido $\frac{3}{4}$ partes del saco vitelino, ya que ellos suelen subir a captar lo que flota en la superficie, de esta manera aprenden a captar alimento, la frecuencia del 5 suministro alimenticio debe ser constante como mínimo de 7 a 10 veces al día. (Rojas et al., 2008)

3.4.1. Características externas

3.4.1.1. Cabeza

En la cabeza se distingue claramente los ojos, las fosas nasales, la boca y oídos. La boca generalmente es pequeña, con dientes más o menos redondos y colocados en varias filas sobre las mandíbulas. Sobre la boca se encuentran dos orificios que son las fosas nasales que en el caso de los peces no sirven para respirar sino para oler especialmente sus alimentos. Sin barbillas, cuerpo cubiertos con escamas pequeñas (Palomino, 2004).

De cada lado de la parte trasera de la cabeza se hallan 2 huesos planos que se conocen con el nombre de opérculos, bajo estos se localizan las branquias (agallas). Cada branquia está formada por un hueso en forma de arco en el cual están unidas por un lado unas láminas rojas llamadas "láminas branquiales" y por el otro lado pequeños dientes (tipo peine) llamado "branquia-espina", las láminas branquiales sirven para la respiración y las branqui-espinas son especie de filtro (Palomino, 2004; citado por Patzi, 2013).

3.4.1.2. Cuerpo

Es la parte que comprende desde el borde de los opérculos hasta la altura del orificio anal, presenta interiormente una cavidad en el cual se hallan ubicados los órganos siguientes: estomago, intestino, hígado, corazón, riñones, ovarios, testículos. En el cuerpo están ubicados los miembros de locomoción que son las aletas y que no vienen a ser sino expansiones (prolongaciones) membranosas sostenidas por espinas de consistencia ósea o cartilaginosa, también por la parte posterior se observa el ano, el poro genital y urinario.

El macho se diferencia de la hembra por tener el cuerpo más alargado, la cabeza triangular y la mandíbula inferior más prominente que la mandíbula superior, en cambio la hembra tiene el cuerpo más ensanchado y cabeza redonda (Bastardo y Bianchi, 2007).

3.4.1.3. Cola

Es aquella que se inicia a la altura del ano y termina a la altura de la aleta caudal. Una aleta caudal de borde recto o casi recto (Palomino, 2004).

3.4.1.4. Aletas

Son los órganos o miembros que el pez utiliza para desplazarse o moverse en el agua. Hay dos clases, las aletas pares y las aletas impares: Las aletas pares son las aletas pectorales situadas a ambos lados del cuerpo detrás de los opérculos y dos aletas pélvicas o ventrales que pueden estar colocadas debajo de las aletas pectorales o más atrás de bajo del vientre (Mendoza, 2007; citado por Patzi, 2013).

Las aletas impares son la aleta dorsal situada en la parte media y superior del pez y la aleta caudal en la extremidad de la cola, que hace las veces de timón utilizada para impulsarse o avanzar en el agua y las otras aletas permite al pez mantenerse en equilibrio, Se distingue de otras especies por presentar aleta adiposa en la parte posterior del dorso (Mendoza, 2007).

3.4.2. Características internas

3.4.2.1. Sistema digestivo

La trucha Arco Iris tiene hábitos alimenticios carnívoros por tanto su tracto digestivo es corto. La digestión de alimentos de origen animal es más fácil que los de origen vegetal (por sus paredes resistentes).

El tracto digestivo consta de boca, faringe, con hendiduras branquiales, esófago, estómago ciegos pilóricos intestino y ano (Galindo, 2003).

3.4.2.2. Boca

La cavidad bucal esta compartida por los aparatos respiratorio y digestivo, su función digestiva se limita a seleccionar, aprender y dirigir el alimento hacia el estómago Bretón (2007).

3.4.2.3. Faringe

La faringe actúa fundamentalmente como filtro evitando que pasen las partículas del agua a los delicados filamentos branquiales, participando de este acto también los rastrillos branquiales (Mancini, 2002).

3.4.2.4. Esófago

El esófago de la trucha es corto, recto y musculoso, se inicia en la boca y termina en los cardias (Bretón, 2007)

3.4.2.5. Estomago

Tiene la forma de saco muy extensible sigmoideo cubierto de numerosos pliegues con paredes musculares muy desarrolladas. La trucha posee ciegos pilóricos que se encuentran en la región de la válvula pilórica del intestino anterior. El estómago típico suele tener forma sigmoidea (más pronunciada en carnívoros) con un saco ciego, más o menos largo, dirigido caudalmente. El interior se puede dividir en tres regiones (cardias, fundus y porción pilórica). La mucosa determina numerosos pliegues y es rica en glándulas secretoras de mucus, pepsina y ácido clorhídrico (González y Mateo, 2002).

3.4.2.6. Intestino

Las enzimas desdoblan las grasas, proteínas y azúcares que luego de atravesar la pared intestinal son llevados al hígado. El resto de alimentos como fibras, restos de caracoles, etc., se evacúan junto con las heces. El largo del intestino es variable, siendo corto en los depredadores y muy largo en los fitófagos. (Núñez y Somoza 2010).

El alimento utilizado en la forma de alimento balanceado comercial tiene una alta cantidad de proteína (en algunos casos superior al 40%) y una alta cantidad de energía (dada principalmente por lípidos). En general un coeficiente de conversión bueno es de alrededor de 1,2 - 1,4:1. El exceso de grasa es utilizado como energía y se almacena principalmente en músculo. El tiempo que tarda en recorrer el alimento el tubo digestivo puede variar desde unas pocas horas hasta días, dependiendo de los distintos procesos metabólicos que están dados principalmente por la temperatura, ya que a mayor temperatura se aceleran (Mancini, 2002).

3.4.2.7. Hígado

Es la principal fábrica del organismo interviniendo en distintos procesos metabólicos. Es blando, de color pardo rojizo y muy voluminoso, presentando en ocasiones de color rosa crema, situación que no siempre indica un cuadro patológico. El hígado suele sufrir de infiltración grasa debido a ingestión de alimentos en mal estado o en casos de sobrealimentación. La vesícula biliar está bien desarrollada (Núñez y Somoza 2010).

El colédoco vierte en la primera porción del intestino delgado la bilis, que emulsiona las grasas para que sean fácilmente atacadas por las lipasas pancreáticas. Por su parte el páncreas segrega amilasas, tripsina y quimiotripsina. El conducto pancreático vierte casi siempre en el colédoco (Mancini, 2002).

3.4.2.8. Páncreas

Generalmente se encuentra formando nódulos de disposición variable. En ciertas especies se localiza de forma difusa alrededor del intestino, entremezclado con la grasa mesentérica. En salmónidos los nódulos del páncreas se disponen diseminados entre la grasa del mesenterio que fija los ciegos pilóricos. Existe un conducto pancreático que normalmente se une al biliar antes de desembocar en el intestino craneal (Galindo, 2003).

La principal descomposición del alimento tiene lugar en el intestino pequeño donde se segregan una amplia variedad de enzimas digestivas (jugo pancreático) y de sustancias auxiliares (bilis). Además, también se producen enzimas digestivas en la pared intestinal. Las fuertes contracciones que se producen a lo largo del intestino provocan que el alimento que se encuentra parcialmente descompuesto se mezcle bien con los fluidos digestivos y se produce un tránsito de vuelta en el intestino a medida que se va haciendo la digestión del alimento (Manual para la producción de truchas en jaulas flotantes, 2009).

Cuando las temperaturas del agua son más bajas, el proceso digestivo es más lento, pero no necesariamente menos efectivo. Sin embargo, un bajo nivel de oxígeno en el agua puede tener un efecto negativo en la digestión (González y Mateo, 2002).

3.5. Requerimientos nutricionales de las truchas

Tabla 2.

Requerimientos Nutricionales

Nutrientes	Trucha arco iris
Energía base (kcal DE/kg)	3600
Proteína cruda (digestible), %	38 (34)
Aminoácidos	
Arginina, %	1.52
Histidina, %	0.70

Isoleucina, %	0.90
Leucina, %	1.41
Lisina, %	1.81
Metionina + cistina, %	1.01
Fenilalanina + tirosina, %	1.81
Treonina, %	0.80
Triptofano, %	0.20
Valina, %	1.21
Acidosgrasos n-3, %	1
Acidosgrasos n-6, %	1
Macro minerales	
Calcio, %	1E
Cloro, %	0.9E
Magnesio, %	0.05
Fosforo, %	0.6
Potasio, %	0.7
Sodio, %	0.6E
Micro minerales	
Cobre, mg/kg	3
Yodo, mg/kg	1.1
Hierro, mg/kg	60
Manganeso, mg/kg	13
Zinc, mg/kg	30
Selenio, mg/kg	0.3
Vitaminasliposolubles	
A, IU/kg	2500
D, IU/kg	2400
E, IU/kg	50
K, mg/kg	R
Vitaminashidrosolubles	
Riboflavina, mg/kg	4
Acidopantotenico, mg/kg	20
Niacina, mg/kg	10
Vitamina B12, mg/kg	0.01E
Colina, mg/kg	1000
Biotina, mg/kg	0.15
Folacina, mg/kg	1
Tiamina, mg/kg	1
Vitamina B6, mg/kg	3
Mio-Inositol, mg/kg	300
Vitamina C, mg/kg	50

Fuente (NRC, 1993)

3.5.1. Proteínas

Las proteínas en los salmónidos como la trucha “cabeza de acero” (*Oncorhynchus mykiss*), son una fuente de energía muy importante para el desarrollo en todas las etapas de

crecimiento, además de que las proteínas componen alrededor del 70% de la materia orgánica que hay en los peces (Mantilla, 2004). Adicionalmente, se conoce que las proteínas son moléculas complejas que contienen amoníaco, carbono, oxígeno e hidrógeno (Breton, 2007).

Las truchas tienen requerimientos de energía digestible que oscila entre 8-10 Kcal/gr de proteína, los peces utilizan la grasa y la proteína más eficientemente que los hidratos de carbono para producir energía. Los valores comunes de energía digestible de la grasa, proteína e hidratos de carbono en truchas son 8.0 Kcal/gr., 4.0 Kcal/gr y 2.5 Kcal/gr respectivamente. (Akiyama, 1988; citado por Flores, 2000). La proteína en los tejidos del cuerpo de la trucha incorpora alrededor de 23 aminoácidos y de estos, 10 aminoácidos deben ser suplementados en la dieta debido a que el pez no puede sintetizarlos (Bureau y Cho, 2000).

La calidad proteica de una dieta depende no solamente de su composición en aminoácidos esenciales si no de su utilización digestiva, ya que esta va a condicionar la cantidad de cada uno de los aminoácidos absorbidos y en consecuencia, el patrón disponible para un crecimiento óptimo (Walton, 1987; citado por Zegarra, 2003).

Ahora bien, se puede afirmar que “las proteínas son sustancias químicamente compuestas por los denominados aminoácidos, los cuáles se encuentran unidos unos a otros mediante enlaces químicos” (Blanco, 1995; citado por Jairo, 2021). No todos los aminoácidos son sintetizables por los peces, por lo que existen algunos que deben ser adquiridos en la dieta, llamados aminoácidos esenciales, los cuales son: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (Moyle y Cech, 2009).

La deficiencia de los aminoácidos esenciales podría causar muchas enfermedades como cataratas en el cristalino por deficiencia de histidina y metionina, además un déficit de triptófano puede causar lordosis y escoliosis (Halver, 2011).

3.5.2. Lípidos

Todas las especies incluyendo las truchas están por su naturaleza preparadas enzimáticamente para digerir grandes cantidades de lípidos, los cuales juegan en la dieta un papel muy importante como fuente de producción de energía y aporte de ácidos grasos esenciales. Además la grasa tiene mayor potencial energético que los carbohidratos

(Blanco,1995, citado por Flores, 2000).Las truchas pueden digerir bien las grasas(85-99%) dependiendo de su origen, y absorben mejor los ácidos grasos insaturados que los de carácter saturado, siendo la digestibilidad mayor cuanto menor sea el punto de fusión de la grasa en cuestión (aceites).

Ya acreditada la importancia de los ácidos grasos esenciales en la dieta, se puede decir que la deficiencia de éstos produce principalmente crecimiento insuficiente, hígado pálido e hipertrofiado y erosiones en la base de las aletas (Brown, 2000; Halver, 2011).

Por lo general, las dietas que se emplean en la truchicultura contienen lípidos a niveles del 4 al 6 por ciento, siendo los lípidos procedentes de harina de pescado, cuyo contenido en ácidos grasos $\omega - 3$, contiene del 0.4 al 0.6 por ciento de las dietas, satisfaciendo así las necesidades de esta especie. Sin embargo, se dice que niveles más elevados del 8 por ciento de lípidos en la dieta no son perjudiciales si se protegen de la oxidación (Mantilla, 2004).

3.5.3. Fibra

La fibra es relativamente indigestible para los peces. Los alimentos indigeribles se degradan en el ambiente acuático pero los niveles excesivos dan como resultado una mala calidad de agua. Generalmente se especifica un nivel máximo de fibra y aunque la calidad nutricional del alimento se mejora disminuyendo el contenido de fibra, los niveles menores al 6% pueden incrementar significativamente el costo del alimento (Akiyama, 1992; citado por Romero, 2021).

Lock (1997); citado por Romero,(2021).Señala que las truchas pueden tolerar niveles de hasta 8 por ciento de fibra en la dieta, sin embargo, se recomienda niveles menores de inclusión, ya que un exceso, podría ocasionar una supresión del crecimiento.

3.5.4. Vitaminas

Las vitaminas son “compuestos necesarios para el crecimiento normal, la reproducción y la salud de los peces, ya que no pueden sintetizarlos” (Gonzales, 2012).

Sabiendo que la trucha no puede sintetizar las vitaminas, resulta necesario su aporte con el alimento. Las 15 vitaminas esenciales incluyen cuatro liposolubles (A, D, E, K) y las otras restantes son hidrosolubles incluyen vitaminas del complejo B y colina, ácido ascórbico e inositol (Vergara, 1998).

Stickney (1995) señala que “la vitamina C es la primera vitamina limitante en el alimento de los peces y su déficit puede producir cambios operculares (cubiertas de las branquias), deformaciones en la columna vertebral (escoliosis y lordosis), rotura del lomo y derrames internos”. Además, el déficit de vitamina A puede producir expansión de las corneas y degeneración de la retina, lo que conduce a un pobre rendimiento productivo y muerte por inanición (Halver, 2011).

3.5.5. Minerales

Cañas, (1998) señala como requerimientos de minerales para la trucha Arco Iris al calcio, fosforo, sodio, cloro, magnesio, potasio, cobre, yodo, manganeso, zinc y selenio. Requiriendo un alto nivel de fósforo disponible, el cual puede ser absorbido directamente del agua, sin embargo, el fósforo es el nutrimento más limitante de los alimentos acuícolas y usualmente se encuentra en cantidades limitadas en el agua. En tanto, los niveles de calcio en el agua generalmente son altos y los peces absorben una cantidad considerable. El calcio se restringe para mantener una relación calcio-fósforo que puede variar de 1:1 a 2:1 (Akiyama, 1992; citado por Romero, 2021).

La proteína es el componente básico de los tejidos animales y es por ello esencial para el mantenimiento y crecimiento. La mayoría de los peces requieren de 35 – 50% de proteínas en el alimento. (Hepher, 1993 citado por Castro, 2006),

3.6. Alimentación durante el periodo de crecimiento de la trucha

La proteína es el componente básico de los tejidos animales y es por ello esencial para el mantenimiento y crecimiento. La mayoría de los peces requieren de 35 – 50% de proteínas en el alimento. (Hepher, 1993 citado por Castro, 2006),

La crianza intensiva el alimento debe aportar entre 45 – 50% de proteína total para alevinos, de 40- 45% para juveniles, de 35-40 % para post juveniles y sobre 40% para reproductores, también señala que el nivel óptimo está influenciado por el tamaño de la trucha, la temperatura del agua, la calidad de las proteínas así como de la tasa de alimentación. (Vergara. 1998 y Pérez 2011).

También se debe mencionar que es necesario balancear la cantidad de carbohidratos con relación a la de las vitaminas y minerales para evitar el daño por exceso. La proporción adecuada es de 9 hasta 12%. (Imaki, 1 987 citado por Castro, 2006).

Los lípidos son los principales compuestos energéticos. Cuando son consumidos sirven de fuente de energía. El excedente se almacena en forma de grasa, (Salazar, 1994 10 citado por Omar, 2008)

3.6.1. Cantidad de alimento a dosificar diariamente a truchas

Hoy en día hay diferentes prácticas de dosificar alimento en truchas, la más conocida es la ad-libitum, también se tienen tablas de dosificación de acuerdo al peso, talla y la temperatura del agua (Morales 2003).

Tabla 3

Requerimiento de alimentación en trucha, de acuerdo a la temperatura del agua, peso y talla

Peso g.	0.18- 1.5	1.5- 5.1	5.1- 12	12- 23	23- 39	39- 62	62- 92	92- 130	130- 180	180-	
Cm	-2.5	2.5-	5.0-	7.5-	10-	12.5-	15.0-	17.5-	20-	22.5-	25.0-
°C		5.0	7.5	10	12.5	15.0	17.5	20	22.5	25.0	
2	2.6	2.2	1.7	1.3	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
3	2.8	2.3	1.8	1.4	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4
4	3.1	2.5	2.0	1.6	1.2	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5
5	3.3	2.7	2.2	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
6	3.6	3.0	2.4	1.9	1.5	1.2	1.0	0.8	0.8	0.7	0.6
7	3.9	3.2	2.6	2.0	1.6	1.3	1.1	0.9	0.8	0.8	0.7
8	4.2	3.5	2.8	2.2	1.7	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
9	4.5	3.8	3.1	2.4	1.8	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8
10	4.9	4.2	3.3	2.6	2.0	1.6	1.4	1.2	1.1	0.9	0.8
11	5.3	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9
12	5.7	4.8	3.9	3.0	2.3	1.8	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
13	6.2	5.2	4.2	3.2	2.4	2.0	1.7	1.5	1.3	1.1	1.1
14	6.7	5.6	4.5	3.5	2.6	2.1	1.8	1.6	1.4	1.2	1.2
15	7.2	6.0	4.9	3.8	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3	1.3
16	7.7	6.4	5.2	4.1	3.1	2.5	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3
17	8.3	6.8	5.6	4.4	3.3	2.7	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
18	8.8	7.3	6.0	4.8	3.5	2.8	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5
19	9.3	7.9	6.4	5.1	3.8	3.0	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6
20	9.9	8.2	6.9	5.5	4.0	3.2	2.5	2.2	2.0	1.8	1.7

Elaborada por Leitritz (1960) modificada Morales (2003)

3.7. Tipos de alimento en la dieta de truchas

El desarrollo de dietas requiere de conocimiento sobre la fisiología de cada especie, los hábitos alimenticios de cada una de ellas y la relación energía proteína, con la finalidad de determinar qué tipo de formulación del alimento que necesita. Esta dieta debe de cumplir con los requerimientos nutricionales del organismo (tanto en energía y en tipos de nutrientes), para garantizar que estos pueden crecer hasta la talla o peso de venta, en el menor tiempo posible y al más bajo costo (García y Calvario, 2003).

3.7.1. Alimento natural

La trucha es un pez de hábito carnívoro y se alimenta en la naturaleza de presas vivas, como insectos en estado larvario, moluscos, crustáceos, gusanos, renacuajos y peces pequeños. Su aparato digestivo (muy corto) está preparado para el aprovechamiento de proteínas animales y solo pueden digerir y aprovechar una variedad muy limitada de productos vegetales (Mendoza, 2007).

3.7.2. Alimento balanceado

La técnica correcta de alimentar consiste en asociar las diferentes clases de alimentos de que disponemos para integrar una ración capaz de cubrir las necesidades nutritivas de los animales, de tal modo que el alimento integrado en el conjunto de una ración y no aisladamente es capaz de asegurar la vida. Observemos, finalmente, que el valor de un alimento depende de los restantes constituyentes de la ración, que pone de manifiesto la noción equilibrio alimenticio (Quispe, 2003).

El alimento balanceado para la trucha básicamente debe contener los siguientes ingredientes.

Tabla 4.

Ingredientes del alimento balanceado

Ingredientes	Sustitución
Proteína	Harina de pescado
Grasa	Aceite de soya
Carbohidratos	Harina de soya

Colorante	Químicos
Vitaminas	Premix vitamínico

Fuente: Morales (2003).

3.7.2.1. Tipos de alimento Balanceado

Según Rondón (2007), menciona que se pueden alimentar con alimento balanceado. Existen dos tipos de alimento balanceado.

- Pelletizado (pellet normal)
- Extruido (pellet sufre un proceso de cocción)

Los tipos de alimento a utilizarse en el cultivo son de acuerdo al estadio como son:

- Origen para larvas con el 80% de saco vitelino absorbido.
- Pre inicio para alevinos de 2 semanas a más.
- Inicio para alevinos.
- Crecimiento I para juveniles.
- Crecimiento II para juveniles.

Fuente: Favre (2010).

3.7.2.2. Requerimiento nutricional de nicovita y ewos alimentos balanceado para truchas en etapa de crecimiento

Tabla 5.

Formula balanceada con especificaciones del alimento Nicovita

NICOVITA	Proteína (% min)	Grasa (% min)	Humedad (% máx.)	Fibra (% máx.)	Ceniza (% máx.)	Calibre (mm)	Peso Pez (g.)
ORIGEN TRUCHA (0.6)	55	13	10	2	15	1.00	0.6 A 2
CLASSIC TRUCHA (2)	50	13	10	3,0	15	1.5	2 A 5
CLASSIC TRUCHA (5)	45	13	10	3	12	2,00	5 A 25

Fuente: www.nicovita.com

Tabla 6.*Formula balanceada con especificaciones del alimento Ewos*

EWOS	Proteína (%min - max)	Grasa (% min-max)	Energía (% máx.)	Calibre(m m)	Peso pez (g.)
2 EWOS CALIBRE (0,75)	52-56	14-18	21,2	0,75	0,5 a 2
TRANSFER (CALIBRE 5)	51-55	18-22	22	2.00	5 A 15

Fuente: www.ewos.com

3.8. Calidad y temperatura del agua en el cultivo de truchas Arco Iris

El agua es concluyente por su calidad y cantidad beneficiando el crecimiento, reproducción y calidad de carne ya que esta tiene estrecha relación con el oxígeno disuelto, con los desechos que se eliminan producto de la alimentación y metabolismos de las truchas., en cuanto a temperatura no debe superar a 20C° para truchas arcoíris impidiendo su cultivo en lugares cálidos (Blanco, 1994, citado por Reyes, 2020). La maduración de las gónadas de los reproductores está condicionada por la temperatura, distanciamiento de incubación hasta que empiezan a salir de su huevo; también la velocidad de incremento de los alevinos y adultos (Parrado, 2012).

3.8.1. Calidad del agua

El agua es concluyente por su calidad y cantidad beneficiando el crecimiento, reproducción y calidad de carne ya que esta tiene estrecha relación con el oxígeno disuelto, con los desechos que se eliminan producto de la alimentación y metabolismos de las truchas., en cuanto a temperatura no debe superar a 20C° para truchas arcoíris impidiendo su cultivo en lugares cálidos (Blanco, 1994, citado por Reyes, 2020). La maduración de las gónadas de los reproductores está condicionada por la temperatura, distanciamiento de incubación hasta que empiezan a salir de su huevo; también la velocidad de incremento de los alevinos y adultos (Parrado, 2012).

El atributo del agua que se utiliza en las truchas arcoíris depende de sus cualidades químicas, físicas y también biológicas. En las cualidades físicas se consideran factores externos, condiciones climáticas y del ambiente; las químicas más estables excepto casos presentados por algún tipo de contaminante que podrían ser mortales y las cualidades biológicas que son medidas por la cantidad y el tipo de agente infeccioso (Parrado, 2012; citado por Reyes, 2020).

Parrado (2012) señala la siguiente lista de parámetros para la producción de truchas:

La temperatura optima en el engorde de la trucha de 15 a 18 °C, el oxígeno disminuye si la temperatura se incrementa y se corre el riesgo que el amoniacó se vuelva toxico por su incremento.

En cuanto a oxígeno disuelto el intervalo esta entre 5,5 y 9 mg/l, debido al alimento y las heces de los peces.

PH debe estar en el rango de 6,5 y 9, si la fuente es acida los peces tienden a tener las branquias con moco, que con el tiempo se desgastan e impiden la fijación de oxígeno.

Es importante tener agua con la menor turbidez y color, exenta de contaminación y con el mínimo de sedimentos lo que favorece el buen desarrollo de la trucha, en cuanto a oxígeno en (ppm) el rango es de 7,5 a 12 siendo el óptimo 8,5, temperatura (°C) es de 13 a 18 el óptimo es 15 y en pH en el intervalo de 6,5 a 8

La temperatura del agua es indispensable en la crianza de truchas; influye en el crecimiento y el grado de actividad metabólica, el aumento del oxígeno disuelto, el incremento de la concentración del amoniacó producto de la descomposición del alimento de trucha (Zárate, 2018).

3.8.2. Temperatura del agua (T °C)

La temperatura que posibilita el normal desenvolvimiento de la vida de la Trucha Arco iris en aguas naturales está dentro de 0°C a 25°C., siendo 8°C a 18°C la más apropiada para el desarrollo de la piscicultura de esta especie. Mientras sea más elevada la temperatura de crianza, el crecimiento será también mayor, debido a la aceleración del metabolismo (Hamamitsu, 2002).

3.8.3. Alcalinidad

Llamado también basicidad del agua lo cual se debe a ciertos componentes como carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, lo que hace que el pH del agua este por encima de 7. La alcalinidad por carbonatos y bicarbonatos hacen que el agua tenga la capacidad buffer ante el incremento de algún ácido o base (Reyes, 2020).

3.8.4. Dureza total

Es debido a la presencia principalmente de 2 elementos el calcio y magnesio y a veces por el hierro. Los rangos de dureza apropiados para el agua son de 60 a 300 mg/L, esto va a favorecer en el crecimiento de la trucha, pero si la dureza está por debajo del rango mencionado la capacidad buffer es mínima, por lo que el pH del agua no es constante durante el día pudiendo sufrir variaciones (FONDEPES, 2014).

3.8.5. Oxígeno disuelto

Es el parámetro más importante en la calidad de agua para la crianza de peces, una buena concentración permite mitigar enfermedades, parásitos, muertes y mejora la recepción de alimentos (FONDEPES, 2014).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización del Área de Investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el Municipio de Chua Cocani de la provincia Omasuyos del Departamento de La Paz, limita al norte y oeste con el Municipio de Achacachi, al este con el Municipio de Huarina y Huatajata, al sur con el Lago Titicaca. Coordenadas geográficas se encuentra en una Latitud:- 16 Longitud: - 68, - 16°0'0" Latitud Sur, 68° 0'0"de Longitud Oeste y a una altura aproximadamente de 2.065 m. (GAMA, 2018).

4.2. Materiales

4.2.1. Materiales biológicos

- En el presente estudio se utilizó 2.000 alevinos.

4.2.2. Material experimental

- Alimento balanceado nicovita procedente de Perú.
- Alimento balanceado ewos procedente de Chile.

4.2.3. Materiales de campo

- Jaula flotante
- 2 Redes alevineras
- Overol
- Botas
- Gorro
- 2 Bañadores
- 1 Balanza analítica de precisión
- 1 Cinta métrica
- 2 Baldes
- 1 Termómetro

4.2.4. Materiales de Gabinete

- Computadora

- Cámara fotográfica
- Impresora
- Hojas boom, tamaño carta
- Bolígrafos y Lápiz
- Cuadernillo
- Planilla de registro
- Tablero de campo
- Planillas de control
- Cuaderno de campo

4.3. Métodos

4.3.1. Procedimiento

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Chua, donde previas a la siembra de los alevinos se tomó medidas de la profundidad del agua 18 metros y distancia de la orilla del lago hasta las jaulas 220 metros Turbidez, Ph.

4.3.1.1. Preparación y armado de la jaula flotante

Para este trabajo investigación previamente se procedió a la revisión y adecuación de la estructura flotante (jaulas) de 4x4 m² que no se encuentren sueltos los flotadores y los pernos desaflojados, las rieles y maderas bien unidas para poder caminar durante la alimentación y monitoreo del bien estar de los alevinos, esto se realizó una semana antes de la siembra de alevinos de trucha. Se hizo la revisión minuciosa de extremo a extremo de la red alevinera que esta no presente ninguna cortadura o un desgaste extremo, esto para que los alevinos no puedan salir de las aberturas de gran tamaño, una vez revisadas las redes se armaron en las estructuras flotantes (jaulas). Las redes alevineras que se armaron fue de 4x4x4 m³ con una luz de red (tamaño de los hoyos de red) de 3mm, esto se hizo sujetando los extremo de la red dentro de la jaula flotante seguidamente se puso la tapa de 4x4 m² con una luz de 3cm para cubrir y proteger de predadores como patos silvestres y gaviotas esto se la puso en la parte superior costurando en los 4 extremos de la parte superior de la red de 4x4x4 m³, con una separación de la mitad de 4x2x2 m³ por lado esto con el fin de no tener mucha profundidad y demasiado espacio ya que si hay mucho espacio y profundidad los

alevinos se esparcirían y se sumergirían a lo hondo de la jaula de red y no todos podrían ver y comer el alimento. Esto se realizó una semana antes de recibir los alevinos de trucha (Ver anexo).

4.3.1.2. Acondicionamiento del lugar del pesado y medición de los alevinos

Esta se ubicó en la orilla del lago en el muelle para tener un lugar firme y estable para el momento del pesado y medición ya que las olas o movimientos del agua podrían hacernos fallar los datos ya que se utilizó una balanza analítica de precisión (balanza gramera).

4.3.1.3. Compra del alimento balanceado

La adquisición y compra del alimento balanceado se realizó del vecino país Perú ya que ahí disponen de distintos alimentos para distintas etapas del desarrollo de la trucha los alimentos que se compraron fueron: Nicovita y Ewos.

Tabla 7.

Medidas de alimento para alevines

NICOVITA	EWOS
NICOVITA ORIGIN TRUCHA 0.6	EWOS TRANSFER (calibre 0.75)
NICOVITA CLASSIC TRUCHA (2)	EWOS TRANSFER (calibre 2)
NICOVITA CLASSIC TRUCHA (5)	

Fuente: Elaboración propia, 2022

4.3.1.4. Compra y traslado de alevinos de trucha

Los alevinos de trucha se compraron del centro de eclosión de truchas Chua Visalaya, con un peso promedio de 0,98 gramos y de 3,5 centímetros de longitud donde se trasladaron por medio de un transporte (vehículo) en las condiciones óptimas de oxigenación, temperatura, espacio y calidad de agua, el transporte se realizó en horas de la madrugada en una cantidad de 2000 alevinos de trucha hasta las instalaciones de la infraestructura del trabajo de investigación.

4.3.1.5. Recepción de los alevinos de trucha

La recepción de los alevinos se realizó en el muelle del lago seguidamente fueron embarcados y trasladados hasta las jaulas flotantes mediante un bote de remo.

4.3.1.6. Distribución de los alevinos por tratamiento

Una vez realizada la recepción de los alevinos a las jaulas flotantes la distribución se hizo manualmente con un tamiz contando uno en uno en cada lado de jaula se distribuyeron 1000 alevinos de trucha Arco Iris.

4.3.1.7. Alimentación de los alevinos

La alimentación de los alevinos fue desde el segundo día después de su distribución en los tratamientos, esto para evitar la mortandad ya que en el momento de traslado sufren estrés. Los alevinos fueron alimentados diariamente con dos tipos de alimento balanceado T1 (Nicovita) T2 (Ewos) la cantidad de alimento que se suministro fue calculada mediante la tabla de Leitritz que toma como referencia el peso promedio y la temperatura del agua, la cual indica la cantidad adecuada de alimento a proporcionar.

4.3.1.8. Frecuencia y Periodo de alimentación

La alimentación se proporcionó en forma manual al boleó 4 veces al día en horarios de 8:00, 11:00, 14:00 y 17:00 en un periodo de duración de 8 semanas toda la etapa del alevino. La cantidad del alimento proporcionado fue de acuerdo a la tabla de requerimiento de alimentación en trucha, de acuerdo a la temperatura, peso y talla. El horario de alimentación vario dependiendo del comportamiento del alevino y las condiciones climáticas,

4.3.2. Procedimiento para el control de la ganancia de peso (g)

Para el control de la ganancia de peso (g) se capturo 50 alevinos al azar por tratamiento las muestras se llevaron en tachos (envases de plástico) hacia la orilla esto con el fin de obtener datos exactos porque en las jaulas flotantes las olas de agua no permiten pesar por los movimientos que ocasionan estas, un día antes del pesaje se procedió a cortar todo suministro de alimento una vez en el muelle y lugar de pesaje de los alevinos se procedió a pesar a los alevinos uno en uno con la ayuda de una balanza analítica de precisión (balanza gramera) para tener datos exacto. Todo el procedimiento se anotó en una planilla de registro.

4.3.3. Procedimiento para el control de crecimiento

El control del crecimiento se hizo a los mismos 50 alevinos capturados del control de ganancia de peso una vez pesado se tomó las medidas con un actinómetro (material de medición) luego fueron devueltos inmediatamente al agua esto para evitar un shock muerte por ahogamiento.

Todos los datos se anotaron en una planilla de registros ver en anexos.

Para la evaluación de crecimiento se evaluó la diferencia de peso final menos peso inicial. La evaluación del crecimiento o aumento de longitud se basa en evaluar peso y talla de los peces (Klauer, 2004).

4.3.4. Control de la mortandad

Para evitar la mortalidad de los alevinos se realizó el cambio de red de la jaula 1 vez al mes con el fin de evitar que la red sucia no permita la oxigenación y también evitar propagación de enfermedades entre los mismos, puesto que se forman algas verdes en las paredes de la red cuya formación se debió a algas arrastradas por las corrientes de agua y por descomposición del alimento no consumido y de las heces. El cambio de red se realizó llevando los alevinos a una mitad de la jaula luego se armó la otra red limpia con dos extremos por debajo de la red sucia y se pasó a los alevinos a la red limpia.

Para el control de la mortalidad o mortandad se observó todos los días las jaulas de extremo a extremo para ver si hay algún alevino muerto y así anotar en la planilla de registro, teniendo registrado los alevinos muertos durante la investigación (60 días) se restó la cantidad de alevinos muertos a la cantidad de siembra así permitiendo hallar la mortandad de los alevinos para cada jaula (Klauer, 2004).

4.3.5. Diseño de investigación

4.3.5.1. Tipo de investigación

El tipo de estudio es experimental: donde se manipulo las variables independientes “dos tipos de alimentos” para medir los efectos de las variables dependientes en ganancia de peso (g), crecimiento (cm) en alevinos; transversal porque se realizó solo en la etapa de alevín; experimental porque se probaron diferentes tipos de alimentos; y prospectivo por que la toma de datos se realizó en función del desarrolló de la investigación.

4.3.5.2. Universo

Para la presente investigación se tuvo una población de 2.000 alevinos de trucha de 20 días después de la eclosión, conformado de 1000 alevinos por tratamiento.

4.3.5.3. Muestra

En el presente estudio se evaluó a 161 alevinos, los cuales fueron determinados por:

$$n = \frac{z^2 * P * Q * N}{(N - 1) * e^2 + z^2 * P * Q}$$

n = Tamaño de muestra.

N = Total de la población.

e^2 = el error muestral considerado, elevado al cuadrado (precisión en los resultados).

Z^2 = el número de unidades de desviación que indica el nivel de confianza adoptado, elevado al cuadrado ($z_{0,95}=1,96$).

P = la proporción (o porcentaje) de individuos que tienen una característica (si no se conoce se considera $p=0,5$).

Q = la proporción (o porcentaje) de individuos que no tienen la característica ($Q=1-P$) (López y Fachelli 2017).

4.3.5.4. Unidad de Análisis

La unidad de análisis estará conformada por cada uno de los animales definidos en el tamaño de la muestra.

4.3.5.5. Tipo de Muestreo

El tipo de muestreo empleado fue el muestreo probabilístico, donde cada uno de los alevinos tiene la misma probabilidad de ser seleccionados como muestra.

4.3.5.6. Factores de estudio

El presente trabajo de investigación es de estudio cuantitativo factor fijo ya que se evaluaron dos tipos de raciones.

- a) Nicovita (alimento de Perú)
- b) Ewos (alimento de Chile)

4.3.5.7. Variables de respuesta

➤ Ganancia de peso (g)

Nos indica que la ganancia de peso o crecimiento relativo expresa el crecimiento en peso como porcentaje del peso corporal inicial según la expresión.

(Tacón, 1987)

$$\text{Crecimiento relativo} = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso Inicial}}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

➤ Velocidad de crecimiento (cm)

CAICYT (1987) indica que la velocidad de crecimiento se expresa como peso ganado o crecimiento de longitud por unidad de tiempo. En términos prácticos las valoraciones se realizan en periodos de tiempo que varían desde a semana al mes aunque convenga expresar los resultados por intervalos diarios (longitud desde la punta de la cabeza hasta la punta de la cola).

$$\text{Velocidad de Crecimiento longitud} = \frac{\text{Incremento de Longitud}}{\text{tiempo}}$$

➤ Mortalidad

La fórmula empleada fue:

$$M = \frac{\text{Número de animales muertos}}{\text{Número de animales vivos}} * 100\%$$

4.3.6. Análisis Estadístico

Para la comparación de medias o promedios se utilizó la **PRUEBA Z** de dos medias, con un nivel de significancia de 0,05 R versión 4.1.3

$$Z = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

Z = prueba de z

X = medias de muestra 1 y muestra 2

σ = Desviación estándar población 1 y 2

n= Tamaño de muestra 1 y muestra 2

(López, 2014)

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Municipio de Chua Cocani de la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz, de una población de 2.000 alevinos de truchas arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), con un peso promedio inicial de 0,98 gramos y longitud 3,5 cm. fueron distribuidos al azar en dos jaulas flotantes 1.000 alevinos por tratamiento, la evaluación se lo realizó cada 15 días hasta los 60 días, los datos de peso (g), longitud (cm) fueron sometidos a un diseño experimental completamente al azar y pruebas de significancia entre medias de ambos tratamientos, los resultados fueron los siguientes:

5.1. Efecto de dos tipos de alimentos (Nicovita y Ewos) en ganancia de peso (g) en etapa de alevino truchas Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), en jaulas flotantes

Tabla 8

Estadístico descriptivo de ganancia de peso a los 15 días de pesaje (gr)

Alimento	Media	sd	median	min	max	Rango	skew	kurtosis	se
Nicovita	0.93	0.22	0.84	0.67	1.44	0.77	0.68	-0.96	0.03
Ewos	1.21	0.25	1.24	0.74	1.74	1	-0.05	-0.67	0.04

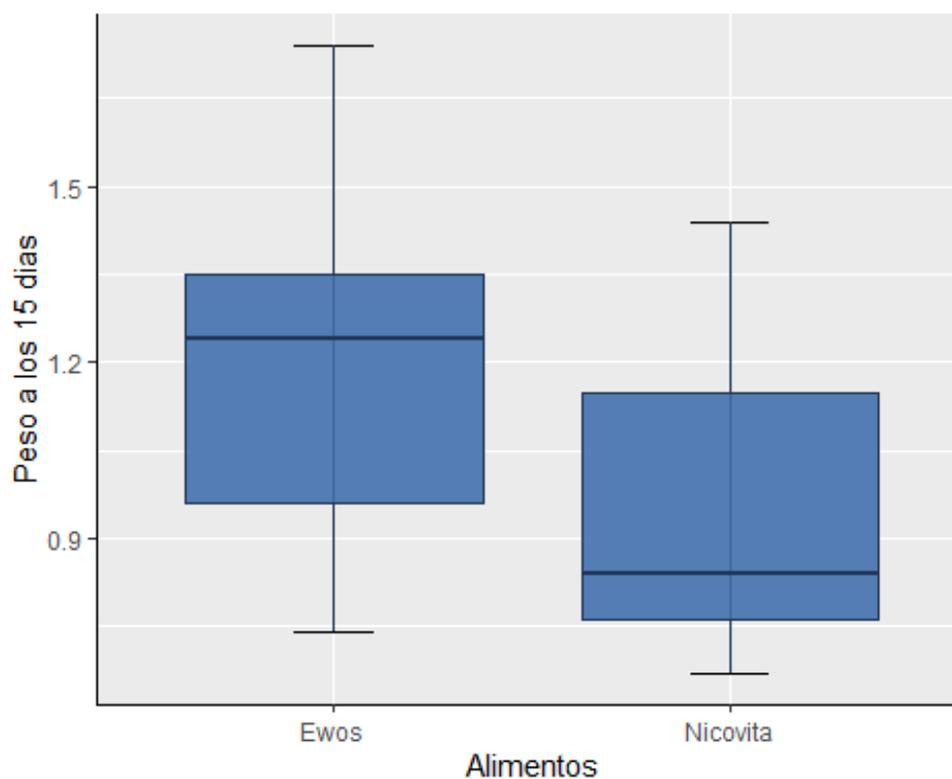
Fuente: Elaboración propia, 2022

La tabla 8, muestra la ganancia de peso de truchas arco iris por tratamiento de (NICOVITA) y (EWOS) a los 15 días, la media del peso de los alevinos alimentados con Nicovita, fue de 0.93 g, con un desvío estándar de 0.22, una mediana de 0.84, el peso mínimo fue de 0.67, el peso máximo fue de 1.44 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 0.77 g, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la derecha, una curva leptocurtica y un error estandar de 0.03.

La media del peso de los alevinos alimentados con Ewos, fue de 1.21 g, con un desvío estándar de 0.25, una mediana de 1.24, el peso mínimo fue de 0.74, el peso máximo fue de 1.74 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 1 g, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la izquierda, una curva leptocurtica y un error estándar de 0.04.

Figura 1.

Diagrama de cajas y bigotes de peso a los 15 días



Fuente: Elaboración propia, 2022

Los alevines alimentados con Ewos presentan una mayor dispersión de los datos, comparado con los alevines alimentados con Nicovita.

Tabla 9.

Análisis de prueba de medias Z ganancia de peso a los 15 días

Alimento	Media	D.E.	Z	Zt	p-valor	IC (95%)
Nicovita	0,926	0,22	-6.0191	-1.959964	1.754e-09	-0.3778029 -0.1921971
Ewos	1,211	0,25				

Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 9, en la prueba de medias de dos medias de Z, el valor de z calculado ($Z = -6.0191$) es inferior al valor crítico o de tablas (-1.959964), así mismo se aprecia que nos da un valor de probabilidad menor a 0.05 ($p\text{-value} = 1.754e-09$), lo que nos indica que se rechaza la hipótesis nula es decir, el peso a los 15 días de los peces alimentados con Nicovita (0,926 g) es significativamente diferente al peso promedio registrado por los alevines alimentados con Ewos (1,211 g), así mismo se aprecia con que un 95% de confiabilidad la diferencia entre las medias se encuentra entre -0.3778029 y -0.1921971 (no figura el cero entre estos dos valores, por lo que la diferencia entre las medias de los dos alimentos no puede ser cero).

Tabla 10.

Estadístico descriptivo de ganancia de peso a los 30 días de pesaje (gr)

Alimento	Media	sd	mediam	min	max	Rango	skew	kurtusis	se
Nicovita	2.38	0.41	2.32	1.71	3.15	1.44	0.1	-1.12	0.06
Ewos	2.86	0.33	2.92	2.24	3.52	1.28	-0.35	-0.67	0.05

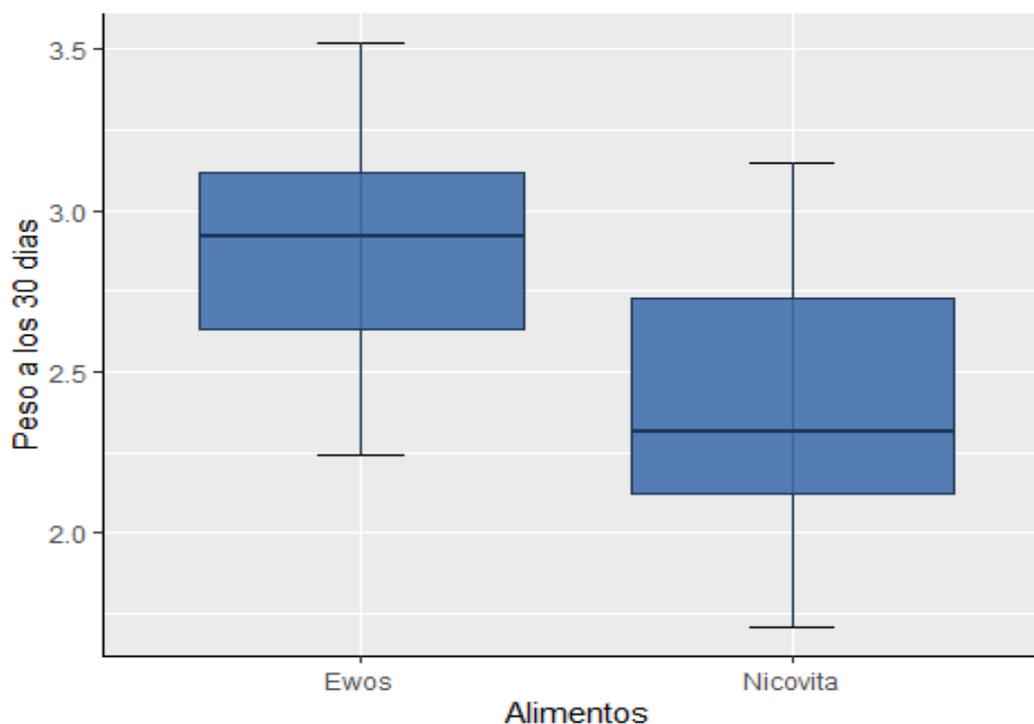
Fuente: Elaboración propia, 2022

La tabla 10, muestra la ganancia de peso de truchas arco iris por tratamiento de (NICOVITA) y (EWOS) a los 30 días, la media del peso de los alevines alimentados con Nicovita, fue de 2.38 g, con un desvío estándar de 0.41, una mediana de 2.32, el peso mínimo fue de 1.71, el peso máximo fue de 3.15 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 1.44 g, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la derecha, una curva leptocurtica y un error estandar de 0.06.

La media del peso de los alevines alimentados con Ewos, fue de 2.86 g, con un desvío estándar de 0.33, una mediana de 2.92, el peso mínimo fue de 2.24, el peso máximo fue de 3.52 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 1.28 g, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la izquierda, una curva leptocurtica y un error estándar de 0.05.

Figura 2.

Diagrama de cajas y bigotes de peso a los 30 días



Fuente: Elaboración propia, 2022

Los alevines alimentados con Ewos presentan una mayor dispersión de los datos, comparado con los alevines alimentados con Nicovita.

Tabla 11.

Análisis de prueba de medias Z ganancia de peso a los 30 días

Alimento	Media	D.E.	Z	Zt	p-valor	IC (95%)
Nicovita	2,378	0,41	-6.4061	-1.959964	1.493e-10	-0.6231998 -0.3312002
Ewos	2,859	0,58				

Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 11, en la prueba de medias de dos medias de Z, el valor de z calculado ($Z = -6.4061$) es inferior al valor crítico o de tablas (-1.959964), así mismo se aprecia que nos da un valor de probabilidad menor a 0.05 ($p\text{-value} = 1.493e-10$), lo que nos indica que se rechaza la hipótesis nula es decir, el peso a los 30 días de los peces alimentados con Nicovita (2,378 g) es significativamente diferente al peso promedio registrado por los alevines alimentados con Ewos (2,859 g), así mismo se aprecia con que un 95% de confiabilidad la diferencia entre las medias se encuentra entre -0.6231998 y -0.3312002 (no figura el cero entre estos dos valores, por lo que la diferencia entre las medias de los dos alimentos no puede ser cero).

Tabla 12.

Estadístico descriptivo de ganancia de peso a los 45 días de pesaje (gr)

Alimento	Media	sd	mediam	min	max	Rango	skew	kurtosis	se
Nicovita	7.41	0.75	7.48	5.98	8.92	3	0.03	-0.63	0.11
Ewos	7.83	0.78	7.72	6.32	9.62	3.3	0.31	-0.53	0.11

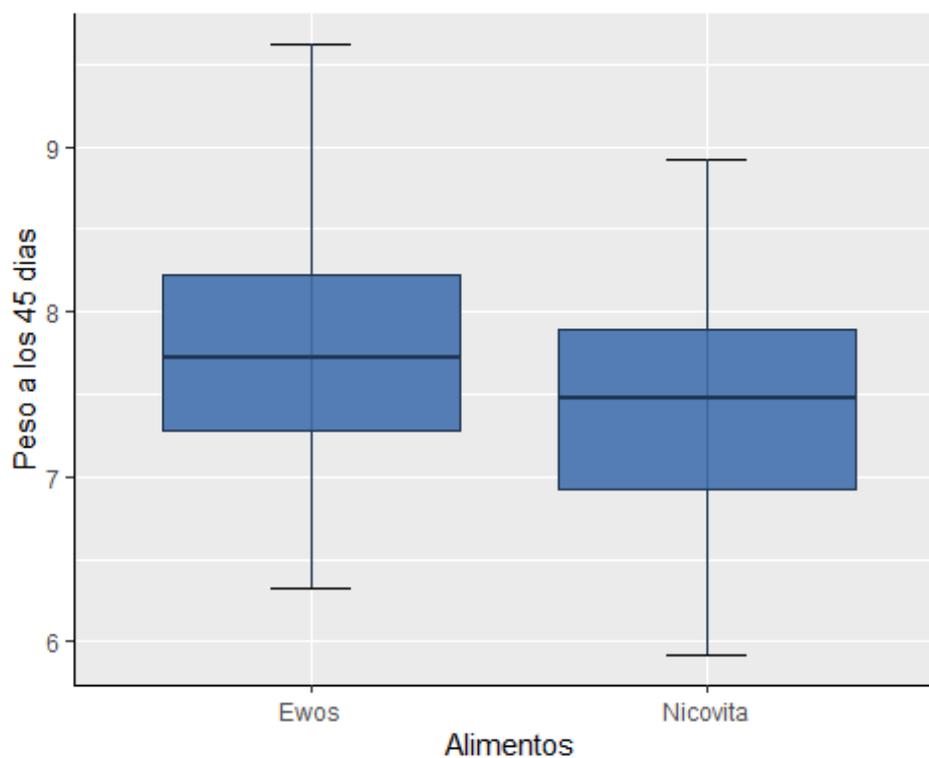
Fuente: Elaboración propia, 2022

La tabla 12, muestra la ganancia de peso de truchas arco iris por tratamiento de (NICOVITA) y (EWOS) a los 45 días, la media del peso de los alevines alimentados con Nicovita, fue de 7.41 g, con un desvío estándar de 0.75, una mediana de 7.48, el peso mínimo fue de 5.98, el peso máximo fue de 8.92 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 3 g, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la derecha, una curva leptocurtica y un error estandar de 0.11.

La media del peso de los alevines alimentados con Ewos, fue de 7.83 g, con un desvío estándar de 0.78, una mediana de 7.72, el peso mínimo fue de 6.32, el peso máximo fue de 9.62 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 3.3 g, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la derecha, una curva leptocurtica y un error estándar de 0.11.

Figura 3.

Diagrama de cajas y bigotes de peso a los 45 días



Fuente: Elaboración propia, 2022

Los alevines alimentados con Ewos presentan una mayor dispersión de los datos, comparado con los alevines alimentados con Nicovita.

Tabla 13.

Análisis de prueba de medias Z ganancia de peso a los 45 días

Alimento	Media	D.E.	Z	Zt	p-valor	IC (95%)
Nicovita	7,406	0,80	-2.7973	-1.959964	0.005153	-0.7278806 -0.1281194
Ewos	7,834	0,86				

Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 13, en la prueba de medias de dos medias de Z, el valor de z calculado ($Z = -2.7973$) es inferior al valor crítico o de tablas (-1.959964), así mismo se aprecia que nos da un valor de probabilidad menor a 0.05 ($p\text{-value} = 0.005153$), lo que nos indica que se rechaza la hipótesis nula es decir, el peso a los 45 días de los peces alimentados con Nicovita (7,406 g) es significativamente diferente al peso promedio registrado por los alevines alimentados con Ewos (7,834 g), así mismo se aprecia con que un 95% de confiabilidad la diferencia entre las medias se encuentra entre -0.7278806 y -0.1281194 (no figura el cero entre estos dos valores, por lo que la diferencia entre las medias de los dos alimentos no puede ser cero).

Tabla 14.

Estadístico descriptivo de ganancia de peso (gr) a los 60 días

Alimento	Media	sd	mediam	min	max	Rango	skew	kurtosis	se
Nicovita	11.46	0.7	11.29	10.22	13.52	3.3	1.39	1.92	0.1
Ewos	12.89	0.52	12.86	11.72	14.62	2.9	0.91	2.44	0.07

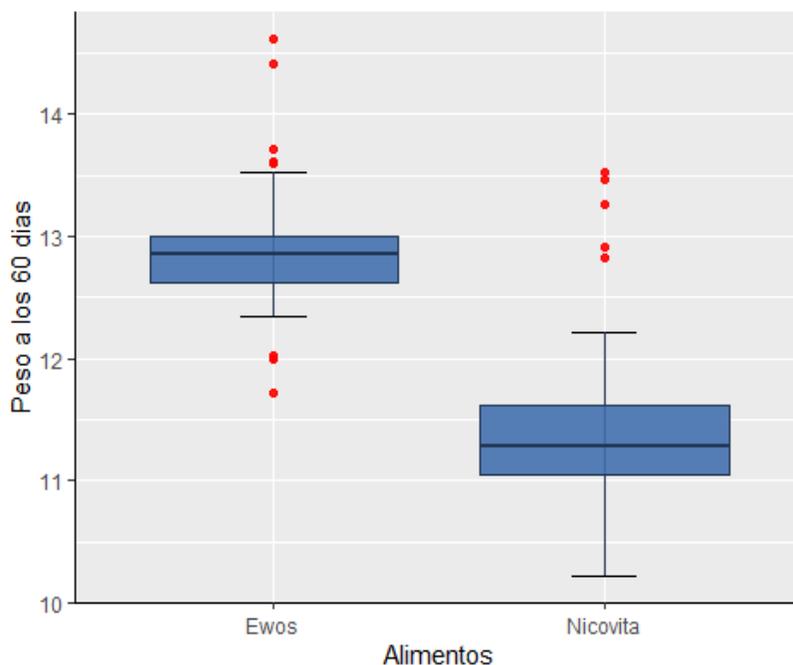
Fuente: Elaboración propia, 2022

La tabla 14, muestra la ganancia de peso de truchas arco iris por tratamiento de (NICOVITA) y (EWOS) a los 15 días, la media del peso de los alevines alimentados con Nicovita, fue de 11.46 g, con un desvío estándar de 0.7, una mediana de 11.29, el peso mínimo fue de 10.22, el peso máximo fue de 13.52 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 3.3 g, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la derecha, una curva leptocurtica y un error estándar de 0.1.

La media del peso de los alevines alimentados con Ewos, fue de 12.89 g, con un desvío estándar de 0.52, una mediana de 12.86, el peso mínimo fue de 11.72, el peso máximo fue de 14.62 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 2.9 g, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la derecha, una curva leptocurtica y un error estándar de 0.07.

Figura 4.

Diagrama de cajas y bigotes de peso a los 60 días



Fuente: Elaboracion propia, 2022

Los alevines alimentados con Ewos presentan una mayor dispersion de los datos, comparado con los alevines alimentados con Nicovita.

Tabla 15.

Análisis de prueba de medias Z ganancia de peso a los 60 días total

Alimento	Media	SD	Z	Zt	p-value	IC (95%)
Nicovita	11.4576	0.7	-11.625	-1.959964	<2.2e-16	-1.671789-1.189411
Ewos	12.8882	0.52				

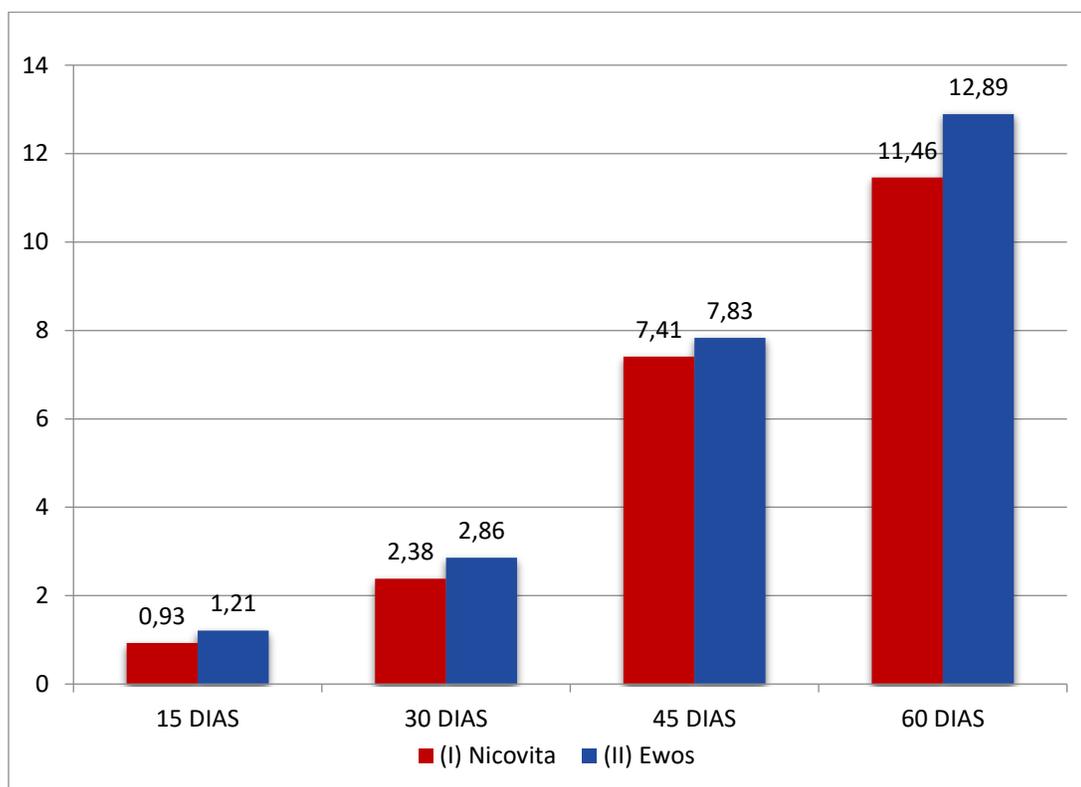
Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 15. Muestra la prueba de medias de dos medias de Z, el valor de z calculado ($Z = -11.625$) es inferior al valor crítico o de tablas (-1.959964), así mismo se aprecia que nos da un valor de probabilidad menor a 0.05 ($p\text{-value} = 2.2e-09$), lo que nos indica que se rechaza la hipótesis nula es decir, el peso a los 60 días de los peces alimentados con Nicovita

(11.4576 g) es significativamente diferente al peso promedio registrado por los alevines alimentados con Ewon (12.8882 g), así mismo se aprecia con que un 95% de confiabilidad la diferencia entre las medias se encuentra entre -1.671789 y -1.189411 (no figura el cero entre estos dos valores, por lo que la diferencia entre las medias de los dos alimentos no puede ser cero).

Figura 5.

Promedio de ganancia de peso (g) por tratamiento.



Fuente: Elaboracion propia, 2022

La figura 5 muestra los promedios de ganancia de peso en gramos a los 15, 30, 45 Y 60 días, de los tratamiento con los alimentos (Nicovita T_1) y (Ewon T_2), a los 15 días el promedio fue de 0,93 g. (T_1), y 1,21 g (T_2), 30 días 2,38 g (T_1), y 2,86 g (T_2) 45 días y 7,41 g (T_1) y 7,83 g (T_2) a los 60 días 11,46 g (T_1) y 12,89 g (T_2).

La cantidad de alimento que se proporciona a la trucha, para su crecimiento, es vital ya que es uno de los factores más influyentes para lograr una ganancia de peso en las truchas, en la investigación existen diferencias en la ganancia de peso con diferentes cantidades de alimento, donde el alimento suministrado por cálculo de la tabla de Leitritz tuvo buenos

resultados en incremento de peso para truchas en estado de engorde, al igual que la alimentación de forma ad libitium, considerando los costos la investigación indica que la alimentación a través de la tabla de Leitz es exitosa para truchas en estado de engorde con el agua a temperatura de 14° a 16°C. (Morales & Quiros, 2004).

Trabajos de investigación realizados por (Morales & Quiros, 2004). En relación al crecimiento y eficiencia alimentaria de truchas bajo diferentes regímenes alimenticios con la implementación de tres diferentes dietas se obtuvo un incremento de: 50g, 30g y 10g en 35 días, alimentándolos de forma ad libitium, Morales obtuvo estos resultados en condiciones diferentes a la investigación realizada, en la investigación actual la toma de datos a los 60 días fue de 12,888 g (Ewos T₂) y 11,458 g (Nicovita T₁).

5.2. Efecto de dos tipos de alimentos sobre el crecimiento (cm) en etapa de alevino

Tabla 16.

Crecimiento longitud Total (cm) Variable de Respuesta = Cr. Log. a los 15 días

Alimento	Media	sd	mediam	min	max	Rango	skew	kurtosis	se
Nicovita	2.11	0.36	2.1	1.6	2.7	1.1	0.21	-1.1	0.05
Ewos	2.31	0.27	2.3	1.7	2.7	1	-0.16	-1.05	0.04

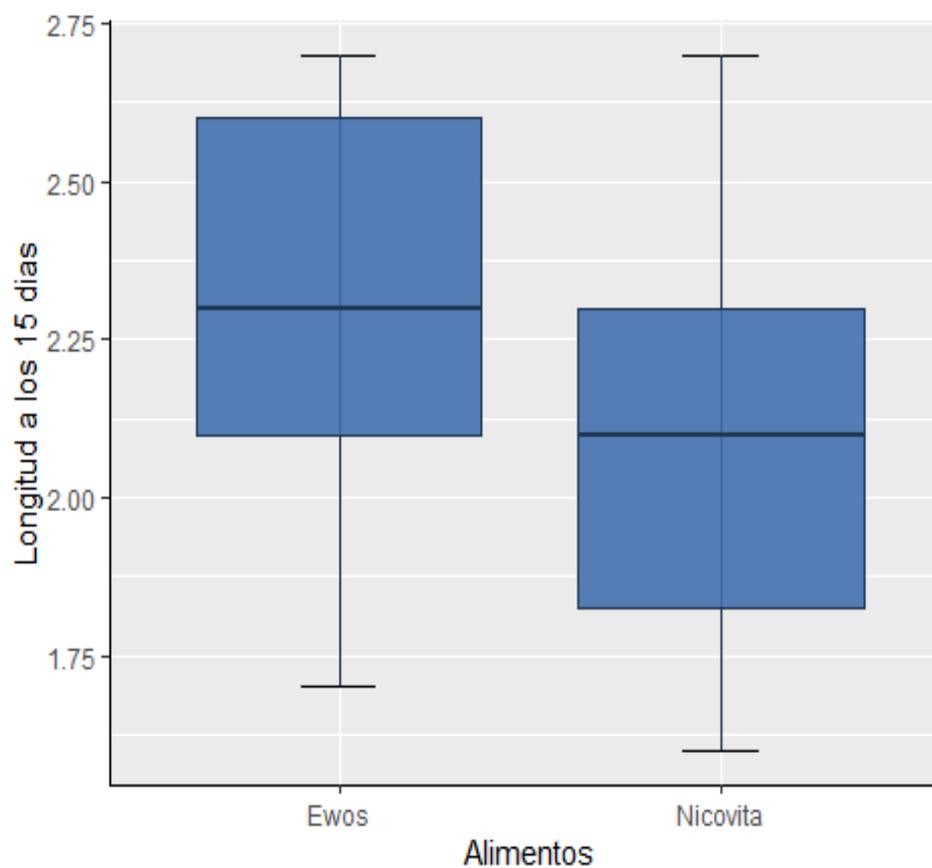
Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 16, muestra crecimiento en longitud de truchas arco iris por tratamiento de (NICOVITA) y (EWOS) a los 15 días, la media de la longitud de los alevines alimentados con Nicovita, fue de 2.11 cm, con un desvío estándar de 0.36, una mediana de 2.1, la longitud mínimo fue de 1.6, la máximo fue de 2.27 cm, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 1.1 cm, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la derecha, una curva leptocurtica y un error estandar de 0.05.

La media de la longitud de los alevines alimentados con Ewos, fue de 2.31 cm, con un desvío estándar de 0.27, una mediana de 2.3, el peso mínimo fue de 1.7, el peso máximo fue de 2.7 cm, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 1 cm, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la izquierda, una curva leptocurtica y un error estándar de 0.04.

Figura 5.

Diagrama de cajas y bigotes 15 días



Fuente: Elaboración propia, 2022

Tabla 17.

Análisis de prueba de medias Z ganancia de crecimiento log. A los 15 días

Alimento	Media	D.E.	Z	Zt	p-valor	IC (95%)
Nicovita	2.112	0.36	-3.0912	-1.959964	0.001993	-0.3202723 -0.0717277
Ewos	2.3108	0.27				

Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 17. Muestra La prueba de medias de dos medias de Z, el valor de z calculado ($Z = -3.0912$) es inferior al valor crítico o de tablas (-1.959964), así mismo se aprecia que nos da un valor de probabilidad menor a 0.05 ($p\text{-value} = 0.001993$), lo que nos indica que se rechaza la hipótesis nula, es decir la longitud a los 15 días de los peces alimentados con Nicovita (2.112) es significativamente diferente al crecimiento de promedio registrado por los alevines alimentados con Ewos (2.3108 cm), así mismo se aprecia con un 95% de confiabilidad la diferencia entre las medias se encuentra entre -0.3202723 -0.0717277 (no figura el cero entre estos dos valores, por lo que la diferencia entre las medias de los dos alimentos no puede ser cero).

Tabla 18.

Crecimiento longitud Total (cm) Variable de Respuesta = Cr. Log. a los 30 días

Alimento	Media	sd	mediam	min	max	Rango	skew	kurtusis	se
Nicovita	3.11	0.34	3.2	2.3	3.6	1.3	-0.77	-0.35	0.05
Ewos	3.32	0.33	3.3	2.6	4.1	1.5	0.38	-0.12	0.05

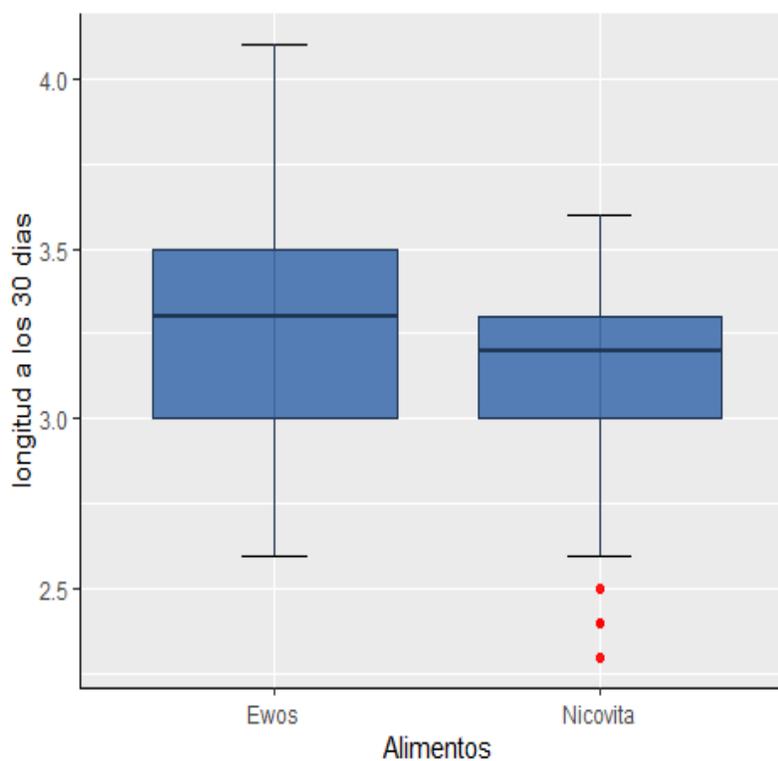
Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 18, muestra la ganancia de peso de truchas arco iris por tratamiento de (NICOVITA) y (EWOS) a los 30 días, la media de la longitud de los alevines alimentados con Nicovita, fue de 3.11 cm, con un desvío estándar de 0.34, una mediana de 3.2, la longitud mínimo fue de 2.3, la longitud máximo fue de 3.6 cm, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 1.3 cm, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la izquierda, una curva leptocurtica y un error estandar de 0.05.

La media de la longitud de los alevines alimentados con Ewos, fue de 3.32g, con un desvío estándar de 0.33, una mediana de 3.3, la longitud mínimo fue de 2.6, la longitud máxima fue de 4.1 cm, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 1.5 cm, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la derecha, una curva leptocurtica y un error estandar de 0.05.

Figura 6.

Diagrama de cajas y bigotes a los 30 días



Fuente: Elaboración propia, 2022

Tabla 19.

Análisis de prueba de medias Z ganancia de crecimiento log. a los 30 días

Alimento	Media	D.E.	Z	Zt	p-valor	IC (95%)
Nicovita	3.106	0.34	-3.1636	-1.959964	0.001558	-0.34334117-0.08065883
Ewos	3.318	0.33				

Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 19. Muestra la prueba de medias de dos medias de Z, el valor de z calculado ($Z = -3.1636$) es inferior al valor crítico o de tablas (-1.959964), así mismo se aprecia que nos da

un valor de probabilidad menor a 0.05 ($p\text{-value} = 0.001558$), lo que nos indica que se rechaza la hipótesis nula, es decir la longitud a los 30 días de los peces alimentados con Nicovita (3.106) es significativamente diferente a la longitud de promedio registrado por los alevines alimentados con Ewos (3.318 cm), así mismo se aprecia con que un 95% de confiabilidad la diferencia entre las medias se encuentra entre -0.34334117 - 0.08065883 (no figura el cero entre estos dos valores, por lo que la diferencia entre las medias de los dos alimentos no puede ser cero).

Tabla 20.

Crecimiento longitud Total (cm) Variable de Respuesta = Cr. Log. a los 45 días

Alimento	Media	sd	mediam	min	max	Rango	skew	kurtosis	se
Nicovita	5.4	0.62	5.4	4	6.7	2.7	-0.08	-0.84	0.09
Ewos	5.75	0.47	5.7	4.9	7	2.1	0.46	-0.2	0.07

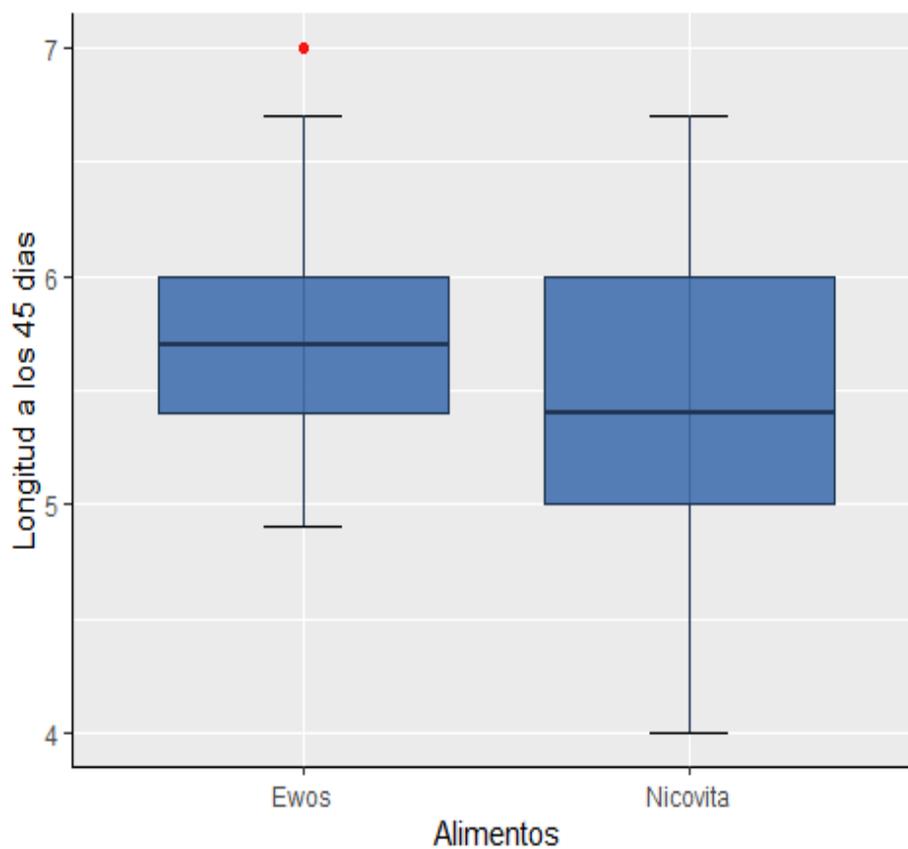
Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 20, muestra la ganancia de peso de truchas arco iris por tratamiento de (NICOVITA) y (EWOS) a los 45 días, la media del peso de los alevines alimentados con Nicovita, fue de 5.4 g, con un desvío estándar de 0.62, una mediana de 5.4, la longitud mínimo fue de 4, el máximo fue de 6.7 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 2.7 cm, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la izquierda, una curva leptocurtica y un error estandar de 0.09.

La media del peso de los alevines alimentados con Ewos, fue de 5.75 g, con un desvío estándar de 0.47, una mediana de 2.1, la longitud mínimo fue de 4.9, la longitud máximo fue de 7 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 2.1 cm, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la derecha, una curva leptocurtica y un error estándar de 0.07.

Figura 7.

Diagrama de cajas y bigotes 45 días



Fuente: Elaboracion propia, 2022

Tabla 21.

Análisis de prueba de medias Z ganancia de crecimiento log. a los 45 días

Alimento	Media	D.E.	Z	Zt	p-valor	IC (95%)
Nicovita	5,396	0.62	-3.2579	-1.959964	0.001122	-0.5733719 -0.1426281
Ewos	5,754	0.47				

Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 21. Muestra la prueba de medias de dos medias de Z, el valor de z calculado ($Z = -4.8198$) es inferior al valor crítico o de tablas (-1.959964), así mismo se aprecia que nos da un valor de probabilidad menor a 0.05 ($p\text{-value} = 0.001122$), lo que nos indica que se rechaza la hipótesis nula, es decir la longitud a los 45 días de los peces alimentados con Nicovita (5.396) es significativamente diferente al crecimiento de promedio registrado por los alevines alimentados con Ewos (5.754 cm), así mismo se aprecia con que un 95% de confiabilidad la diferencia entre las medias se encuentra entre -0.5733719 -0.1426281 (no figura el cero entre estos dos valores, por lo que la diferencia entre las medias de los dos alimentos no puede ser cero)

Tabla 22.

Crecimiento longitud (cm) Variable de Respuesta = Cr. Log. a los 60 días

Alimento	Media	sd	mediam	min	max	Rango	skew	kurtusis	se
Nicovita	7.84	0.45	7.75	7.1	9	1.9	0.74	0.09	0.6
Ewos	8.22	0.34	8.1	7.5	9.2	1.7	0.6	0.41	0.05

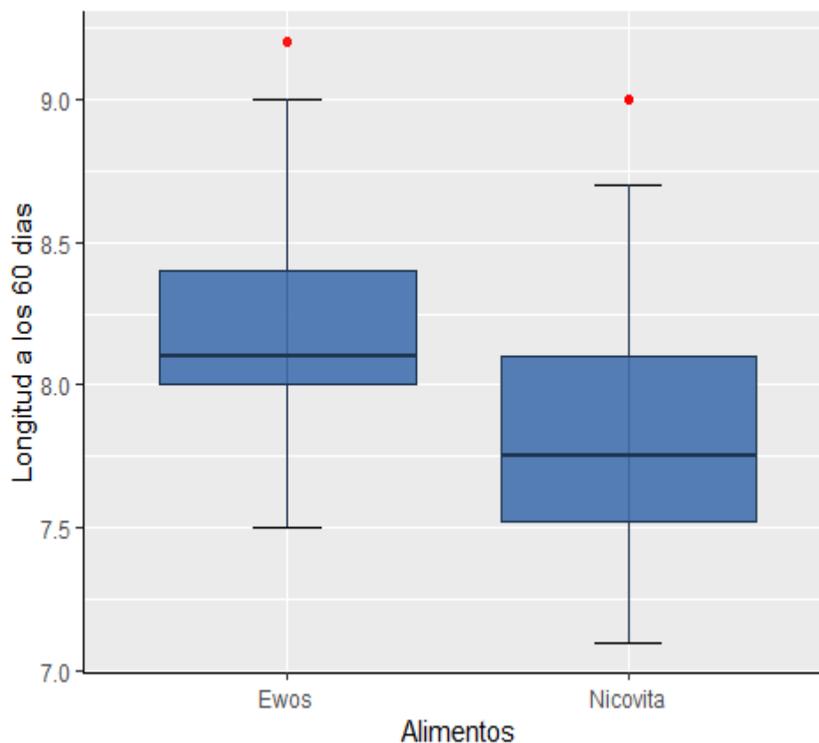
Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 22, muestra la ganancia de peso de truchas arco iris por tratamiento de (NICOVITA) y (EWOS) a los 60 días, la media del peso de los alevines alimentados con Nicovita, fue de 7.84 cm, con un desvío estándar de 0.45, una mediana de 7.75, el peso mínimo fue de 7.1, el peso máximo fue de 9 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 1.9 g, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la derecha, una curva leptocurtica y un error estandar de 0.6.

La media del peso de los alevines alimentados con Ewos, fue de 8.22 g, con un desvío estándar de 0.34, una mediana de 8.1, el peso mínimo fue de 7.5, el peso máximo fue de 9.2 g, la diferencia entre el valor más alto y más bajo fue de 1.7 g, el coeficiente de asimetría nos indica que se tienen un sesgo a la derecha, una curva leptocurtica y un error estándar de 0.05.

Figura 8.

Diagrama de cajas y bigotes Cr. Log. a los 60 días



Fuente: Elaboración propia, 2022

Tabla 23.

Análisis de prueba de medias Z ganancia de crecimiento log. a los 60 días

Alimento	Media	SD	Z	Zt	p-value	IC (95%)
Nicovita	7.840	0.45	-4.8198	-1.959964	1.437e-06	-0.5401518 -0.2278482
Ewos	8.224	0.34				

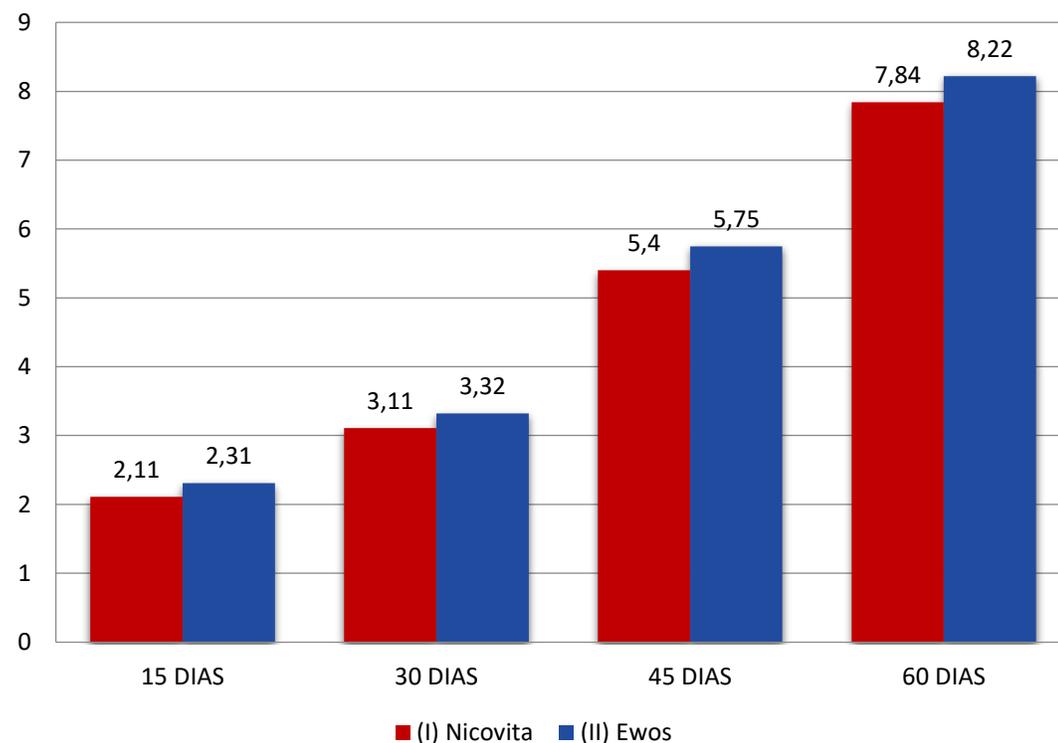
Fuente: Elaboracion propia, 2022

La tabla 23. Muestra la prueba de medias de dos medias de Z, el valor de z calculado ($Z = -4.8198$) es inferior al valor crítico o de tablas (-1.959964), así mismo se aprecia que nos da un valor de probabilidad menor a 0.05 ($p\text{-value} = 1.437e-09$), lo que nos indica que se

rechaza la hipótesis nula, es decir la longitud a los 60 días de los peces alimentados con Nicovita (7.84) es significativamente diferente al crecimiento de promedio registrado por los alevines alimentados con Ewos (8.22 cm), así mismo se aprecia con que un 95% de confiabilidad la diferencia entre las medias se encuentra entre -0.5401518 -0.2278482 (no figura el cero entre estos dos valores, por lo que la diferencia entre las medias de los dos alimentos no puede ser cero).

Figura 5.

Promedio de longitud (cm) por tratamiento.



Fuente: Elaboracion propia, 2022

La figura 5 muestra los promedios de ganancia de peso de truchas arco iris a los 15,30,45 Y 60 días, de los tratamiento (I) Nicovita Y (II) Ewos, el promedio a los 15 días fue de 2,11 cm (T₁), y 2,31 cm (T₂), 30 días 3,11 cm (T₁) y 3,32 cm (T₂), 45 días 5,4 cm (T₁) y 5,75 cm (T₂) y a los 60 días 7,84 cm (T₁) y 8,22 cm (T₂).

Los resultados alcanzados por Morales y Quiros, (2017) fue un crecimiento de longitud promedio de 10 centímetros, al cabo de los tres meses de evaluación la longitud promedio fue de 29 centímetros final, obteniendo un incrementado 10 cm en el periodo de evaluación.

Por otro lado en otra investigación sobre alimentación de trucha arco iris, en 3 meses obtuvo un incremento de 8,7 cm. (Colea, 2011), en cambio Morales obtuvo un incremento de 11,5 cm, esta diferencia de resultados se debe a que Coela utilizó alimento balanceado naltech y Morales usó alimento balanceado ewos y nicovita,

La presente investigación reportó un crecimiento a los 60 días 11,724 cm (Ewos T₂) y 11,340 cm (Nicovita T₁), el crecimiento presentado en las investigaciones de Morales y Colea son similares esto se argumenta porque Morales realizó su investigación en el Lago Titicaca y Colea realizó su investigación en una Laguna y el tiempo para alcanzar el peso y la longitud comercial durante la etapa de engorde o acabado es en 45 días (PRODUCE, 2015).

En el Municipio de San Pedro de Tiquina, La Paz, en las diferentes comunidades de producción (Camacachi, Chicharro, Corihuaya, Lupalaya y San Pablo de Tiquina) se realiza generalmente la producción de trucha arco iris con una densidad de carga de 30 – 40 kg/m³ y el tiempo para alcanzar el peso y la talla comerciales durante la etapa de engorde o acabado es en 60 días (Flores, 2017).

5.3. Efecto de dos tipos de alimentos en alevinos sobre la mortalidad de truchas Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), al tratar con dos tipos de alimento (nicovita y ewos) en jaulas flotantes

Tabla 24.

Número de muertes de Truchas Arco Iris por tratamiento hasta los 60 días de crianza

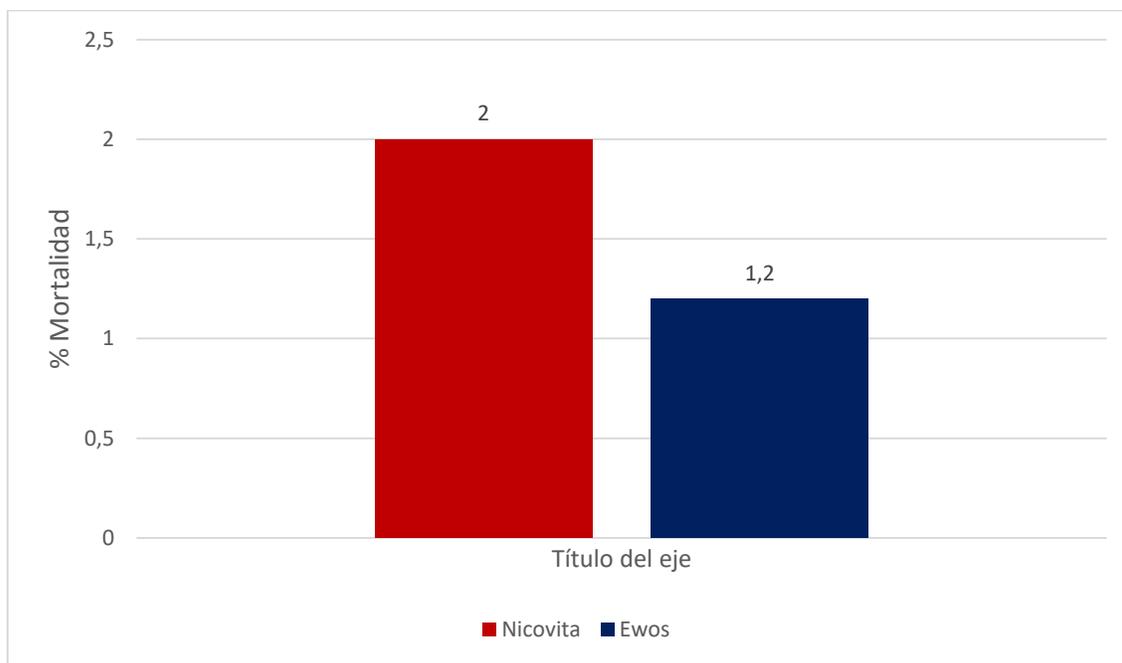
Tratamiento	N° de Alevinos Inicio	N° de Alevinos Final	N° Muertes	% Mortalidad	% Natalidad
Nicovita	1.000	980	20	2%	98 %
Ewos	1.000	988	12	1.2%	98.8%

Fuente: Elaboración propia, 2022

La tabla 24. muestra el número muertes de Truchas Arco Iris por tratamiento hasta los 60 días de crianza, de 1.000 truchas por tratamiento, 10 muertes en el tratamiento I (NICOVITA) y 6 muertes tratamiento II (EWOS).

Figura 9.

Porcentaje de mortalidad de Truchas Arco Iris por tratamiento hasta los 60 días de crianza



Fuente: Elaboración propia, 2022

La figura 11 muestra el porcentaje de mortalidad de Truchas Arco Iris por tratamiento hasta los 60 días de crianza, el tratamiento (NICOVITA) 2% y el tratamiento (EWOS) 1,2%. Los resultados del tratamiento Ewos obtuvo un porcentaje de supervivencia de 98,8% y Nicovita con un porcentaje de supervivencia de 98% de supervivencia.

Los resultados alcanzados por Silva, (2017) en investigación sobre mortalidad de trucha, obtuvo una mortalidad de 3,99% y 3,27% en la etapa de alevino, sin embargo Mardones (2004) menciona en cuanto al porcentaje de mortalidad en la tasa de alevinos es de 5%.

La presente investigación reportó una mortalidad a los 60 días de 1% (Nicovita T₁) y 0,6% (Ewos T₂). Comparando los resultados de Silva y Mardones indican que la mortalidad en nuestros resultados fue mínima.

Rosales (2016), obtuvo una mortalidad de 1,6% con un porcentaje de supervivencia del 98,4 en la etapa de alevinos, lo cual estaría más cercano a nuestros resultados.

6. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación realizado en el Municipio de ChuaCocani de la Provincia Omasuyos del Departamento de La Paz, el objetivo fue evaluar el efecto de dos tipos de alimentos (Nicovita y Ewos) sobre la ganancia de peso, longitud y la determinación del porcentaje de mortalidad acumulada en alevinos de trucha, en la investigación se utilizaron 2.000 alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), con un peso promedio inicial de 0,98 gramos y longitud 3,5 cm.

La ganancia de peso (g) de los peces alimentados con dos tipos de alimentos (Nicovita T₁) y (Ewos T₂), a los 15 días el promedio fue de 1,211 g (T₂), y 0,926 g. (T₁), 30 días 2,859 g (T₂) y 2,378 g (T₁), 45 días 7,834 g (T₂) y 7,406 g (T₁) y a los 60 días 12,888 g (T₂) y 11,458 g (T₁) los resultados del análisis estadístico reporta ($P < 0,05$), esto se interpreta que la ganancia de peso es significativa con el alimento (Ewos T₂).

La longitud (cm) a los 15 días el promedio fue de 2,310 cm (T₂), y 2,112 cm (T₁), 30 días 3,318 cm (T₂) y 3,106 cm (T₁), 45 días 5,754 cm (T₂) y 5,396 cm (T₁) y a los 60 días 8,224 cm (T₂) y 7,840 cm (T₁). Los resultados del análisis estadístico reporta ($P < 0,05$), esto se interpreta que la longitud es significativa con el alimento (Ewos T₂).

El porcentaje de mortalidad acumulada a los 60 días fue 1,2% (T₂) y 2% (T₁), los resultados de prueba de comparación de proporciones reporta ($P > 0,05$), esto se interpreta que el porcentaje de mortalidad no es significativa entre tratamientos.

7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación que se efectuó nos lleva a las siguientes recomendaciones:

El alimento Ewos es una es una buena opción para la alimentación de peces en la etapa de alevino.

Según los datos obtenidos del tratamiento 2, alimentados con el alimento Ewos en etapa de alevino alimento procedente de Chile, se registraron mayor índice productivo (ganancia de peso, ganancia longitud y menor porcentaje de mortalidad).

Realizar estudios que determinen el efecto de los alimentos Nicovita y Ewos en la fase de juveniles y engorde en truchas.

Realizar estudios que determinen el efecto del alimento Ewos en otras especies de peces en distintas fases de crecimiento ya que el alimento contiene altos niveles de proteína.

Realizar investigaciones sobre el uso de los alimentos Ewos y Nicovita en otras especies en la piscicultura.

Tener muy en cuenta la asepsia porque es un factor determinante para cualquier emprendimiento pecuario.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Akiyama, D.M. (1992). *Utilización de la Pasta de Soya en Alimentos Acuícolas*. Asociación Americana de la Soya. Julio-Septiembre. Año XXI N^o 230.1-8.
- Aqua Visión. (2009). *La trucha peruana y Supotencialde Desarrollo*. Revista Peruana. 20-21.
- Arteaga, Y. (2004). *Optimización de tiempos de Crianza y manejo de truchas*Apuntes de clases de Estadística.
- Atencio, S. (2011).*Pesca y Acuicultura en el Lago Titicaca*. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Biológicas.
- Bastardo Y Bianchi. 2007. “*Nonconventionalprotein use in dietsforinitiator of rainbowtrout, Oncorhynchus mykiss*” Investigaciones Agrícolas (INIA-Venezuela). Instituto Nacional de Ecología y Nutrición.Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Lab FIRP, Universidad de los Andes (ULA), Venezuela. Email: hbastardo@inia.gob.ve.
- Blanco, M. (1995). *La Trucha, cría industrial*. Madrid, España: Ed. Mundi – Prensa. pp. 4041, 365, 367.
- Blanco, C.M. (1995). *La trucha, Cría Industrial*, Segunda Edición, Ediciones Mundi Prensa Madrid España.
- Bureau, P; Cho, CY. (2000).*An Introduction to Nutrition and Feeding of fish, fishnutrition research laboratory*, dept. of animal and poultry science, university of Guelph, Guelph, Canada, 38pp. Internacional.
- Breton, B. (2007). *El cultivo de la trucha*. Barcelona, España: Ed. Omega. pp. 44 - 45, 160.
- Brown, L. (2000). *Acuicultura para veterinarios – Producción clínica de peces*. Zaragoza, España: Ed. Acribia. 165 p.
- Cañas, R. (1998). *Alimentación y nutrición animal*. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. pp. 435 – 436.
- Castro, E. 2006. *Estudio de factibilidad técnica, económica, y social para la producción de truchas*, en el distrito de Santo Domingo de Acobamba - Huancayo. Tesis para optar el título profesional. Facultad de Zootecnia. UNCP. Huancayo, Perú. Pp. 96.
- Coll M J. (1991). *Acuicultura Marina Animal*, Ediciones Mundi-Prensa 3ra. Edición, España.670p.
- Fondepes, (2004). Fondo nacional de desarrollo pesquero. *Manual De Cultivo De Trucha Arcoiris en Jaulas Flotantes*. Lima-Perú. 33, 36-38, 58 pág.
- Fondepes, (2014). Fondo nacional de desarrollo pesquero. *Efecto de la oxigenación con micronanoburbujas en la calidad de agua y producción de “truchas” (Oncorhynchus mykiss)*. Lima-Perú.

- Flores, F. H. (2000). *Utilización de la Harina Integral de Soya en la Alimentación de Trucha Arco Iris (Oncorhynchus mykiss) en las Fases de Crecimiento y Acabado*. Tesis para optar el título de Magister Scientiae. Lima- Perú. UNALM.
- GAMA. (2018). *Plan de Desarrollo Municipal de Achacachi Latitud*. Gobierno Autonomo Municipal de Achacachi. https://www.familysearch.org/wiki/es/Omasuyos,_Bolivia_Genealog%C3%AD
- Galindo, S. (2003). *Manual de Crianza, Alimentación y Nutrición de Truchas en Jaulas Flotantes*. CARE PERU, Arequipa.
- García A. y Calvario O. (2003). *Manual de buenas Prácticas de Producción Acuícola de Trucha para la Inocuidad Alimentaria*. Sinaloa. México.
- Gonzales, J. y Mateo, E. (2002). *Manual de Terminología y Definiciones de Pato biología Acuática*. Primera Edición. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.
- Gonzales, U. (2012). *Acuicultura*. México, D.F.: Ed. Trillas. pp. 97, 140.
- Hamamitsu, (2002). *Producción de Semilla de Trucha Arco Iris*. Impresión Artes Gráficas Latina. La Paz – Bolivia.134p.
- Halver, J. (2011). *Latest Facts for Fish and Shrimp Feed Formulations*. NRC bulletin on Nutrient Requirements for Fish and Shrimp. University of Washington, Seattle, WA. Estados Unidos. 30 – 37 p.
- Klauer, B. (2004). *Manual de Crianza de Truchas en Jaulas Flotantes*. Primera Edición. Imprenta el Centro Bartolomé de las Casas. Impreso en Cusco – Perú. 128 p.
- Lopez, C. (2014) *Prueba z e intervalo de confianza para diferencia entre dos medias de población*N.E. Bresow, day. IARC Scientific No. 32:vol. 1
- López-Roldán, P.; Fachelli, S. (2017).*Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*1ª edición. Bellaterra. (Cerdanyola del Vallès): Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona. Capítulo II.4. 22 p.
- Lock, M. (1997). *Evaluación Comparativa de Dos Dietas Balanceadas Elaboradas Mediante los Procesos de Extruido y Peletizado en el Crecimiento de Juveniles de Trucha Arco Iris*. Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero-UNALM.93p.
- Mastrokalo, D. C. 1999 Ciclo de Conferencias. “Cultivo de Truchas en los Andes” La Oroya.
- Mantilla, B. (2004). *Acuicultura – Cultivo de Truchas*. Puno, Perú: Ed. Palomino. 124 pp.
- Mancini, M. (2002). *Introducción a la Biología de los Peces. Cursos Introducción a la Producción Animal*.
- Mardone (2004). *Manual para el cultivo de truchas*, 37 p.
- Ministerio de Pesquería, (1975). "*Curso de Piscicultura para Líderes Comunales*": Oficina de cooperación técnica y económica.

- Mendoza, R. (2004). *Manual de Cultivo de Trucha Arco Iris en jaulas flotantes*. Fondo Nacional de Desarrollo pesquero y Agencia Española de Cooperación Internacional. Lima Perú.
- Moyle, P.; Cech, J. (2000). *Peces. Una introducción a la ictiología*. (4th ed.). Estados Unidos: Prentice Hall, Inc.
- Mollocondo, H. (2006). *Acuicultura Trucha Alimento Balanceado Requisitos y definiciones*. Dirección Regional de la Producción PUNO Curso.
- Morales, S. (2003). *Producción extensiva de Trucha en Lagunas de Altura; Programa de Capacitación JICA-CIDAB*. Primera Edición. Tiquina, La Paz, Bolivia. 90p.
- Morales, S. (2012). *Desarrollo de piscicultura del lago Titicaca*. Tesis Lic. Agr. La Paz, BO. Universidad Mayor de San Andrés.
- Motte, E. 2009. *Principales enfermedades de la trucha y estrategias de Prevención. I Seminario Internacional de Acuicultura*. La Truchicultura: Perspectivas y oportunidades para un desarrollo competitivo. Lima –Perú.
- Niwa, Y. (2004). *Guía de Enfermedades de Trucha Arco Iris: Prevención y Control*. Primera edición. El Grafico: Editorial - Imprenta – Papelería. Impreso en Bolivia. p. 7-10.
- Núñez, P. & Somoza G. (2010). *Guía de Buenas Prácticas de Producción Acuícola para Truchas Arco – Iris*. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Ed. Herrero.
- NRC (National Research Council, U.S), (1993). *Comite on animal nutrition board on agriculture*. Nutrient Requeriments of fish.114p.
- Ogino, C; Yang, Gy. (1978). *Requeriment sof Rainbow troutfor dietary zinc*.*Bull.Jap.Sco.Sci.Fish*.44:1015-1018.
- OMAR, D. A. (2008), *Evaluación de tres tasas de alimentación en los estadios de alevino, juvenil y engorde de truchas arco iris en el centro piscícola El Ingenio*. Tesis para optar el título profesional. Facultad de Zootecnia. UNCP. Huancayo, Perú.
- Ortega T. (2000). *“Recuperemos los Recursos Pesqueros”*,WWW.ALT-Peru Bolivia.org.
- Palomino, R. 2004.*Crianza y Producción de Truchas*. Ediciones Ripalme. Lima – Perú.
- Perez, J. (2011). *Estudio técnico y económico para la producción intensiva de truchas en la comunidad campesina de Paccha, el Tambo – Huancayo*. Tesis para optar el título profesional. Facultad de Zootecnia. UNCP. Huancayo, Perú. Pp. 94.
- Phillips, G. (2008). *Acuicultura; Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce*. AGT editor, S.A. ME.
- Quispe, E. (2003). *Métodos de Formulación de Raciones*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Publicado en Agosto.
- Quispe, E. (2007). *Bioestadística*. Universidad Mayor de San Andrés. Publicado en marzo.

- Reyes, J. (2020). *Influencia de la calidad del agua para la crianza de trucha (Oncorhynchus mykiss) con fines de mejora de la calidad de carne*, Distrito de Molinopampa, Provincia de Chachapoyas, 2020. Tesis presentada para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias – Gestión de la Calidad e Inocuidad de Alimentos-UNPRGEPE-FIQIA
- Romero, J. (1994). *Nutrientes Esenciales en la Alimentación Acuícola Proyecto Aquillall, Control de Calidad de Insumos y Dietas Acuícolas*. Programa Cooperativo Gubernamental FAO. Documento De Campo N°16, Italia.7-13 p.
- Romero, J. (2021). *Evaluación de dos alimentos extruidos en la etapa de segundo alevinaje de trucha Arco Iris (Oncorhynchus mykiss) en Pacha Mayo-Junin*. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista-UNALM.
- Rosales E. (2016) *Evaluación de índices productivos en truchas sometidas a cuatro frecuencias de alimentación en la piscigranja “la cabaña”-Acostambo*, Tesis para optar el título en Ingeniero Zootecnista -UNCP.
- Rondon, P. (2007). *Alimento Extruido para Truchas Premium*. Lima – Perú. Folleto.
- Ruiz, C. C. (2019). *Caracterización de la crianza de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss) en la provincia de Chincheros, Apurímac, Perú*.
- Silva, D. (2017). *Relación de la densidad de crianza y frecuencia diaria de alimentación, en el control de la mortalidad de alevinos trucha arco iris (oncorhynchus mykiss), del centro piscícola Namora, para optar el grado académico de maestro en ciencias – UNCEP*.
- Stickney, R. (1995). *Mejorando la estabilidad en la producción, almacenamiento y agua: vitamina C para alimentos acuícolas*. Alimentos balanceados para animales. Vol. 2.
- Tomas, L. (2013) *Evaluación de alimentos micropelletizado y pulverizado sobre características productivas y económicas de alevinos nacionales de trucha arco iris*. Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Zootecnista Huancayo Perú
- Vergara, V. (1998). *Avances en nutrición y alimentación de truchas*. Curso Producción de Truchas. Huancayo, Perú.
- Valencia, Y. (1995). *Aspectos Generales de la Trucha Arco Iris*, Universidad Nacional Jorge Basadre, Tacna. Perú.
- Vergara, V. (2001). *Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Seminario: “avances en alimentación en truchas”*.
- Zárate, I., Sánchez, C., Palomino, H. y Smith, C. (2018). *Caracterización de la crianza de trucha arcoíris (Oncorhynchus mykiss), en la provincia de Chincheros, Apurímac, Perú*. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 29(4),1310-1314. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15196>.

Zegarra, O. J. (2003). *Evaluación de tres promotores de Crecimiento en Alimento Balanceado para Alevines de trucha Arco Iris (Oncorhynchus mykiss) y su efecto en el comportamiento productivo*. Tesis Ingeniero Pesquero. UNALM. Lima-Perú.

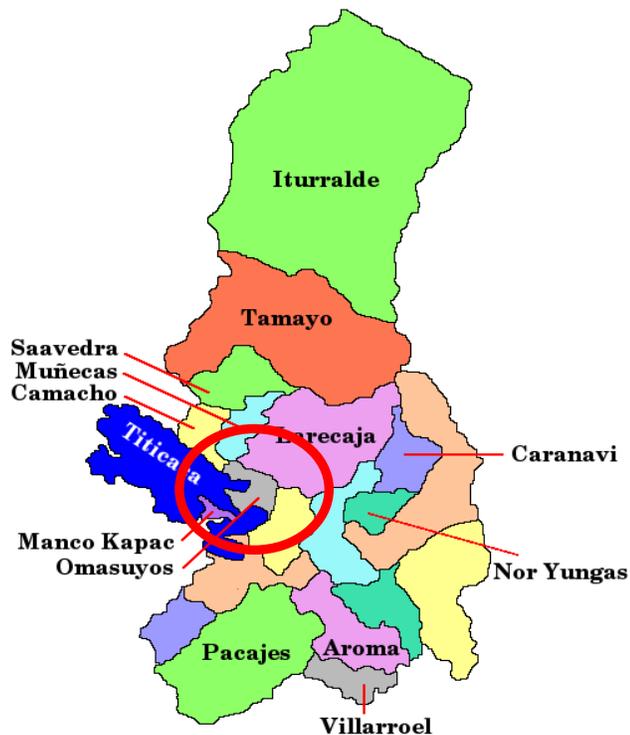
https://www.familysearch.org/wiki/es/Omasuyos,_Bolivia_Genealog%C3%ADhttps://www.innovabiologia.com/biodiversidad/diversidadanimal/anatomia%20oncorhynchus-mykiss/

<https://induaqua.co/portfolio/alimento-balanceado-para-salmonidos-ewos-transfer/a> P. López-Roldán Sandra Fachelli 1ª edición, febrero de 2015

<https://induaqua.co/portfolio/alimento-balanceado-para-salmonidos-ewos-micro/>

9. ANEXOS

A. Mapa geográfico del Departamento de La Paz

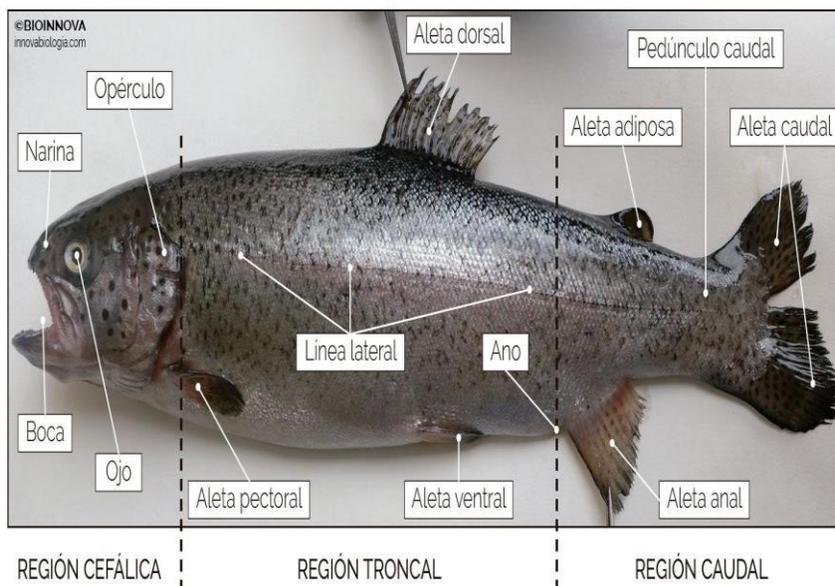


Mapa geográfico de la provincia Omasuyos



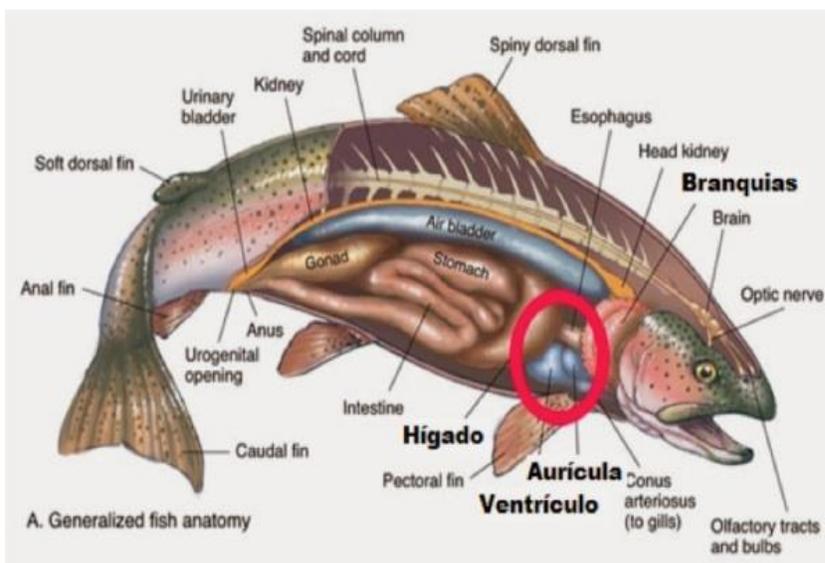
Fuente: (maps.google.com)

B. Anatomía externa de la trucha



Fuente: www.innovabiologia.com

C. Anatomía interna de la trucha



<https://divinainfantitaguadix.wordpress.com/>

D. Preparación y armado de jaulas flotantes

Fotografía 1. Preparación de Jaula flotante y armado de red para el sembrado de alevinos.



Colocado de red en la parte superior



Sujetado de laterales de red

Fuente: Mendoza C. C. (2020)



Sujetado y costurado de la tapa superior



Toma de temperatura del agua

Fuente: Mendoza C. C. (2020)

E. siembra de alevinos

Fotografía 2. Conteo y distribución de alevinos por tratamiento.



Conteo de alevinos para su posterior sembrado por tratamiento



Alevinos ya separados y introducidos por tratamiento

Fuente: Mendoza C. C. (2020)

F.Pesado del alimento

Fotografía 3. Pesado del alimento para su posterior alimentación de alevinos.



Compra del alimento nicovita y ewos



Pesaje del alimento para su posterior alimentación

Fuente: Mendoza C. C. (2020)

G. Alimentación de alevinos

Fotografía 4. Distribución del alimento al boleó (distribución homogénea).



Alimentación de alevinos por tratamiento



Fuente: Mendoza C. C. (2020)

H. Cambio de redes

Fotografía 5. Cambio de red para una oxigenación óptima.



Cambio de red por una red limpia



Costurado de tapa superior con la red cambiada

Fuente: Mendoza C. C. (2020)

I. Control de la ganancia de peso (g)

Fotografía 6. Recolectado de muestras al azar para el control de peso en gramos



Extracción de muestra al azar



Control de peso

Fuente: Mendoza C. C. (2020)

J. Control de crecimiento

Fotografía 7. Toma de medidas (cm) a los mismos alevinos capturados al azar para control de peso en gramos.



Tama de medidas a alevinos cm.



Fuente: Mendoza C. C. (2020)

K. Base de datos de muestreo por tratamiento peso, longitud y Mortandad del tratamiento 1 Nicovita

Registro de datos, Primera y segunda toma de muestras a los 15 y 30 días

1er. Muestreo (15 Dias)				2do. Muestreo (30 Dias)			
Tratamiento 1 NICOVITA				Tratamiento 1 NICOVITA			
Nº	Peso (g)	Longitud (cm)	Nº Mortalidad	Nº	Peso (g)	Longitud (cm)	Nº Mortalidad
1	1,63	5,3	0	1	2,70	6,30	1
2	1,65	5,4	0	2	3,40	6,90	0
3	1,75	5,1	0	3	3,11	6,90	0
4	1,64	5,5	0	4	3,98	7,10	0
5	2,12	5,8	0	5	3,72	6,70	0
6	1,81	5,6	0	6	4,11	7,10	0
7	2,44	5,7	0	7	3,22	6,70	0
8	2,43	6,2	0	8	3,91	7,00	0
9	1,65	6,1	0	9	2,92	6,70	0
10	1,72	6,1	0	10	3,61	7,00	0
11	1,45	5,3	0	11	2,71	6,50	0
12	1,65	5,4	0	12	3,30	6,80	0
13	1,65	5,1	0	13	3,20	6,80	0
14	1,74	5,5	0	14	3,87	7,00	0
15	1,76	5,8	0	15	3,71	6,90	0
16	2,15	5,6	0	16	3,29	6,70	0
17	2,43	5,7	0	17	3,21	6,70	0
18	1,16	6,2	0	18	3,21	6,60	0
19	1,65	6,1	0	19	2,82	5,90	0
20	2,51	5,1	0	20	3,85	7,00	0
21	1,85	5,3	0	21	2,69	5,80	0
22	1,73	5,4	0	22	3,40	6,50	0
23	2,42	5,1	0	23	3,40	6,60	0
24	1,65	5,5	0	24	3,11	6,70	0
25	2,80	5,8	0	25	3,70	6,70	0
26	1,62	5,6	0	26	4,13	7,00	0
27	1,65	5,6	0	27	3,21	6,50	0
28	1,72	6,2	0	28	3,91	6,80	0
29	1,74	6,1	0	29	2,95	6,20	0
30	2,12	5,1	0	30	2,92	6,10	0
31	1,81	5,8	0	31	3,61	6,70	0
32	2,42	5,6	0	32	3,61	6,70	0
33	2,80	5,7	0	33	2,70	6,20	0
34	1,82	6,2	0	34	3,30	6,70	0
35	1,71	6,1	0	35	3,22	6,50	0
36	1,46	5,1	0	36	2,92	5,90	0
37	1,60	5,3	0	37	3,90	6,90	0
38	1,62	5,4	0	38	3,10	6,30	0
39	1,64	5,1	0	39	3,29	6,80	0
40	1,76	5,5	0	40	2,90	6,10	0
41	2,15	5,8	0	41	3,32	6,80	0
42	2,43	5,5	0	42	2,71	5,90	0
43	1,16	5,8	0	43	3,40	6,50	0
44	1,65	5,6	0	44	3,20	6,40	0
45	2,51	5,7	0	45	3,70	6,80	0
46	1,82	6,2	0	46	3,22	6,50	0
47	1,70	6,1	0	47	3,90	6,80	0
48	2,42	5,1	0	48	3,90	6,90	0
49	1,62	5,3	0	49	2,92	6,00	0
50	2,80	5,4	0	50	3,81	6,70	0

Fuente: Elaboración propia, (2020)

L. Base de datos de muestreo por tratamiento peso, longitud y Mortandad del tratamiento 1 Nicovita

Registro de datos, tercera y cuarta toma de muestras a los 45 y 60 días

3er. Muestreo (45 Días)				4to. Muestreo (60 Días)			
Tratamiento 1 NICOVITA				Tratamiento 1 NICOVITA			
Nº	Peso (g)	Longitud (cm)	Nº Mortalidad	Nº	Peso (g)	Longitud (cm)	Nº Mortalidad
1	8,19	9,00	1	1	12,50	11,90	1
2	8,51	9,50	1	2	11,40	10,90	1
3	7,30	8,50	1	3	12,40	11,10	1
4	8,40	7,80	0	4	12,60	11,60	1
5	6,65	8,20	0	5	12,60	11,40	1
6	7,50	8,50	0	6	15,90	12,50	1
7	8,50	9,50	0	7	12,60	11,50	0
8	8,33	9,30	0	8	12,22	11,30	0
9	8,60	9,70	0	9	14,50	12,20	0
10	9,80	9,50	0	10	13,80	11,40	0
11	9,90	10,20	0	11	12,20	10,80	0
12	9,30	8,10	0	12	11,20	11,20	0
13	6,90	9,90	0	13	11,70	10,80	0
14	8,60	8,80	0	14	12,20	11,50	0
15	7,10	8,30	0	15	14,25	12,50	0
16	8,70	9,50	0	16	11,80	10,80	0
17	8,20	9,70	0	17	11,90	11,30	0
18	8,00	8,90	0	18	12,20	11,20	0
19	9,50	9,50	0	19	12,80	11,80	0
20	9,60	9,70	0	20	11,60	10,80	0
21	9,10	9,20	0	21	12,40	11,00	0
22	8,10	7,50	0	22	12,50	11,00	0
23	9,00	8,90	0	23	11,20	10,90	0
24	7,90	8,50	0	24	11,90	11,20	0
25	8,50	9,40	0	25	11,95	11,10	0
26	8,80	9,00	0	26	12,40	11,90	0
27	7,93	8,50	0	27	11,21	10,60	0
28	9,82	9,50	0	28	11,99	11,10	0
29	7,20	8,00	0	29	12,33	11,60	0
30	8,42	8,70	0	30	12,11	10,80	0
31	9,10	9,60	0	31	12,90	11,50	0
32	7,80	8,50	0	32	12,80	11,20	0
33	7,98	7,90	0	33	11,90	11,30	0
34	8,30	8,50	0	34	12,20	11,80	0
35	7,30	8,90	0	35	12,55	11,10	0
36	7,80	8,20	0	36	12,40	11,20	0
37	7,23	8,90	0	37	12,11	11,60	0
38	8,55	9,50	0	38	12,00	10,80	0
39	8,68	9,70	0	39	13,20	11,70	0
40	7,60	8,50	0	40	12,50	11,40	0
41	7,32	8,40	0	41	12,30	11,20	0
42	8,22	9,40	0	42	12,80	11,20	0
43	8,60	8,30	0	43	11,99	10,80	0
44	8,25	8,10	0	44	14,45	12,20	0
45	9,22	8,90	0	45	12,13	11,80	0
46	8,95	8,80	0	46	11,98	10,90	0
47	8,63	8,50	0	47	12,23	11,70	0
48	8,60	8,90	0	48	12,35	11,30	0
49	8,90	9,00	0	49	12,60	11,20	0
50	9,90	9,00	0	50	12,13	11,40	0

Fuente: Elaboración propia, (2020)

M. Base de datos de muestreo por tratamiento peso, longitud y Mortandad del tratamiento 2 Ewos

Registro de datos, Primera y segunda toma de muestras a los 15 y 30 días

1er. Muestreo (15 Dias)				2do. Muestreo (30 Dias)			
Tratamiento 2 EWOS				Tratamiento 2 EWOS			
Nº	Peso (g)	Longitud (cm)	Nº Mortalidad	Nº	Peso (g)	Longitud (cm)	Nº Mortalidad
1	2,82	6,10	0	1	3,21	6,80	1
2	2,33	5,80	0	2	3,82	7,00	0
3	2,22	5,60	0	3	3,61	6,90	0
4	1,84	5,60	0	4	3,32	6,50	0
5	2,37	5,90	0	5	4,11	7,10	0
6	1,92	5,90	0	6	4,12	7,10	0
7	2,21	5,90	0	7	3,23	6,80	0
8	1,73	5,50	0	8	3,91	7,10	0
9	2,33	5,80	0	9	5,41	7,60	0
10	2,22	5,60	0	10	3,91	7,00	0
11	2,82	6,10	0	11	3,20	6,80	0
12	2,33	5,70	0	12	3,81	6,90	0
13	2,22	5,40	0	13	3,60	6,70	0
14	1,84	5,60	0	14	3,31	6,50	0
15	2,37	5,80	0	15	4,20	7,00	0
16	1,92	5,80	0	16	3,90	6,90	0
17	2,21	6,10	0	17	3,70	6,50	0
18	1,73	5,40	0	18	3,91	6,90	0
19	2,23	6,10	0	19	5,40	7,60	0
20	2,22	5,90	0	20	3,89	6,80	0
21	2,82	6,10	0	21	3,22	6,50	0
22	2,33	6,00	0	22	3,85	6,70	0
23	2,22	6,10	0	23	3,62	6,60	0
24	1,84	5,70	0	24	3,33	6,50	0
25	2,34	6,20	0	25	4,20	7,10	0
26	1,92	5,50	0	26	4,13	7,00	0
27	2,21	6,10	0	27	3,24	6,40	0
28	1,73	5,80	0	28	3,24	6,30	0
29	2,33	5,60	0	29	3,95	6,90	0
30	2,20	5,60	0	30	5,35	7,50	0
31	2,82	6,20	0	31	4,10	7,20	0
32	2,32	5,90	0	32	3,21	6,50	0
33	2,22	5,90	0	33	3,80	6,70	0
34	1,84	5,50	0	34	3,63	6,50	0
35	2,84	6,20	0	35	3,32	6,10	0
36	1,92	5,60	0	36	4,11	7,00	0
37	2,21	6,20	0	37	4,12	7,00	0
38	1,73	5,70	0	38	3,22	6,40	0
39	2,33	5,40	0	39	3,80	6,70	0
40	2,20	5,60	0	40	5,41	7,40	0
41	2,82	5,80	0	41	3,91	6,90	0
42	2,33	6,20	0	42	3,23	6,40	0
43	2,22	6,20	0	43	3,82	6,70	0
44	1,22	5,40	0	44	3,60	6,50	0
45	2,37	6,10	0	45	4,52	7,20	0
46	1,94	5,90	0	46	3,31	6,60	0
47	2,24	5,40	0	47	3,91	6,80	0
48	1,73	5,20	0	48	4,10	7,00	0
49	2,24	5,80	0	49	3,90	6,80	0
50	2,22	5,90	0	50	3,21	6,50	0

Fuente: Elaboración propia, (2020)

N. Base de datos de muestreo por tratamiento peso, longitud y Mortandad del tratamiento 2 Ewos

Registro de datos, tercera y cuarta toma de muestras a los 45 y 60 días

3er. Muestreo (45 Dias)				4to. Muestreo (60 Dias)			
Tratamiento 2 EWOS				Tratamiento 2 EWOS			
Nº	Peso (g)	Longitud (cm)	Nº Mortalidad	Nº	Peso (g)	Longitud (cm)	Nº Mortalidad
1	9,10	9,3	1	1	13,80	11,50	1
2	9,20	9,2	1	2	13,58	11,80	1
3	9,10	9,2	0	3	12,98	11,20	1
4	10,10	10,0	0	4	13,87	11,50	0
5	11,50	10,5	0	5	13,93	12,00	0
6	9,50	9,8	0	6	14,12	12,30	0
7	7,60	8,5	0	7	14,26	12,40	0
8	8,70	9,5	0	8	13,33	11,50	0
9	8,20	9,5	0	9	13,60	11,50	0
10	8,70	9,6	0	10	12,98	11,60	0
11	9,20	9,4	0	11	13,65	11,60	0
12	8,38	9,2	0	12	13,74	11,60	0
13	7,60	8,5	0	13	14,70	12,00	0
14	8,21	9,0	0	14	14,58	12,50	0
15	9,82	9,2	0	15	13,80	12,00	0
16	8,95	8,9	0	16	13,50	11,90	0
17	7,90	8,4	0	17	13,60	11,60	0
18	8,60	8,9	0	18	13,90	11,20	0
19	7,60	8,5	0	19	13,80	11,40	0
20	8,45	9,4	0	20	12,70	11,00	0
21	9,21	9,8	0	21	13,89	11,90	0
22	8,68	9,2	0	22	13,59	11,60	0
23	9,65	9,6	0	23	13,99	11,40	0
24	9,85	9,9	0	24	13,96	11,80	0
25	8,56	9,0	0	25	14,10	11,90	0
26	9,20	9,7	0	26	13,96	11,60	0
27	8,90	9,2	0	27	13,50	11,60	0
28	8,90	8,9	0	28	13,00	11,60	0
29	8,22	9,5	0	29	16,40	12,70	0
30	9,21	9,2	0	30	13,96	11,80	0
31	8,45	9,0	0	31	13,79	11,60	0
32	10,20	10,2	0	32	13,81	11,80	0
33	9,45	8,9	0	33	13,78	11,40	0
34	8,22	9,0	0	34	13,96	11,80	0
35	8,35	9,2	0	35	15,60	12,20	0
36	7,94	8,9	0	36	13,45	11,80	0
37	7,68	8,5	0	37	13,69	11,60	0
38	7,90	8,9	0	38	13,66	11,20	0
39	8,90	9,2	0	39	14,20	11,80	0
40	8,60	9,2	0	40	13,50	11,50	0
41	7,80	8,9	0	41	14,60	12,00	0
42	8,90	9,2	0	42	13,80	11,50	0
43	8,60	9,0	0	43	13,50	11,60	0
44	7,30	8,8	0	44	13,98	11,80	0
45	8,50	9,0	0	45	13,98	11,70	0
46	7,80	8,9	0	46	13,96	11,30	0
47	9,80	9,8	0	47	12,90	11,90	0
48	10,00	9,9	0	48	14,00	11,90	0
49	10,60	10,2	0	49	14,50	12,30	0
50	8,90	9,5	0	50	13,98	11,50	0

Fuente: Elaboración propia, (2020)