



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Efecto de dietas elaboradas a base de harina de larvas de *Hermetia illucens* sobre parámetros zootécnicos y hematológicos de alevines de *Oncorhynchus mykiss*

Muñoz Játiva, Carla Estefanía

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Tigrero Salas, Juan Oswaldo (Director)

Ing. Rivera Mayo, Patricia Margarita (Codirectora)

22 de febrero del 2022



Introducción

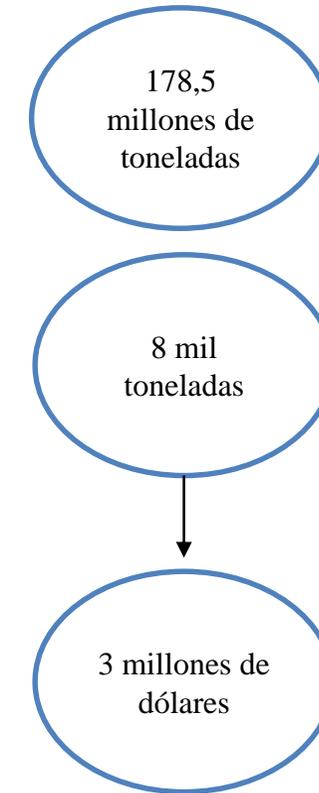
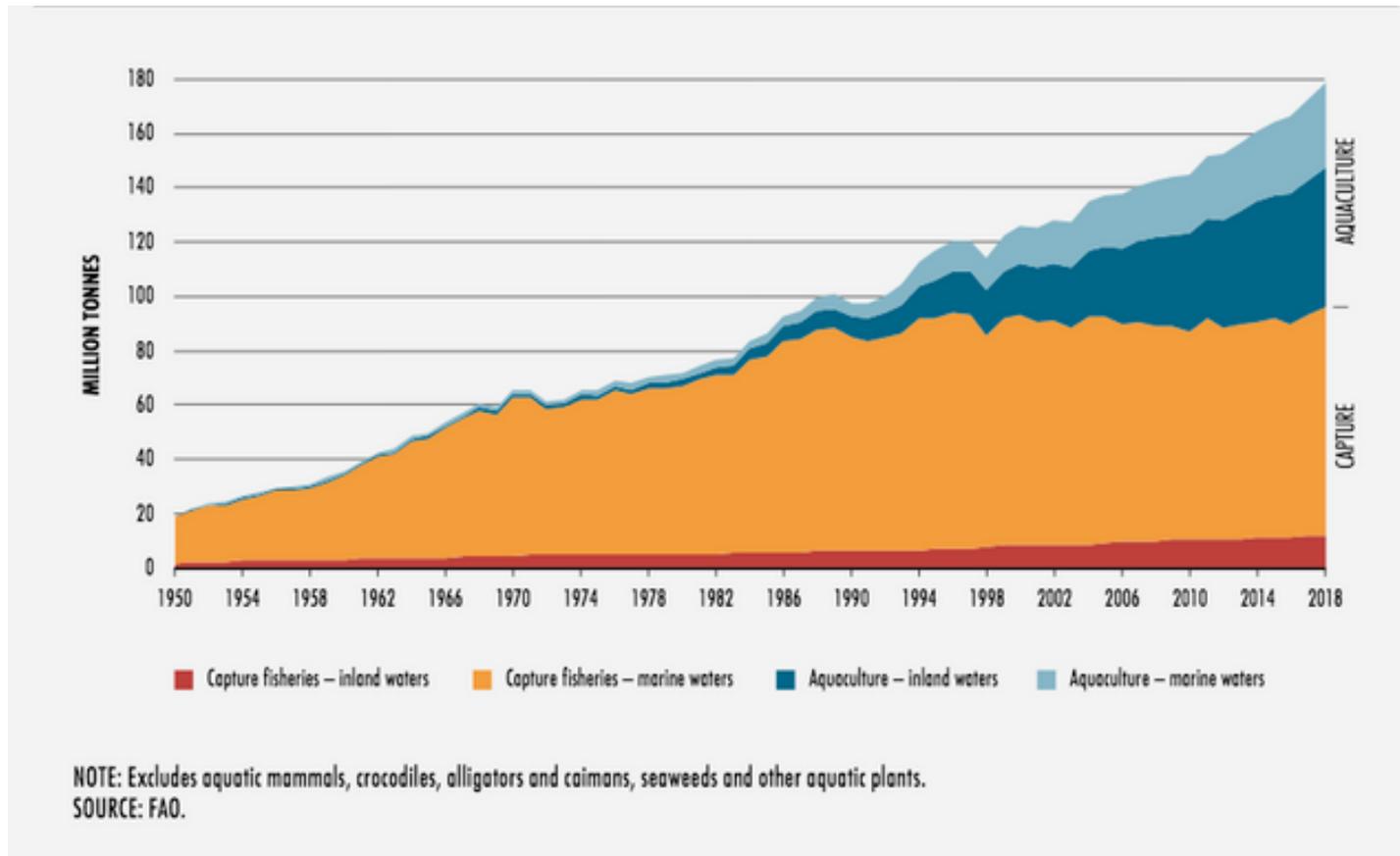


Fig. 1. Producción de la pesca y la acuicultura mundiales.
Fuente: FAO (2020).

Introducción



Manejo

Condiciones ambientales

Sanidad

Alimentación

Fig. 2. Crianza de la trucha arcoíris

Introducción



Fig. 4. Harina de insectos y vegetal

Introducción

Borgogno et al.
(2019)



Fig. 6. Filete de trucha arcoíris

Justificación



Fig. 7 Alevines de Trucha arcoíris

Nutrientes	%
Proteína	45-50
Carnohidratos	40-45
Grasas	9-12
Fibra	2-5
Humedad	12

Tabla 1. Requerimientos Nutricionales para alevines de trucha arcoíris

Justificación



Fig. 8 Larvas de Mosca Soldado

Justificación



Fig. 9 Producción de Harina de Mosca Soldado Shushufindi - Ecuador



Fig. 10 Empresa privada de alimentos balanceados

Objetivo General

Evaluar el efecto de dietas elaboradas a base de harina de las larvas *Hermetia illucens* sobre parámetros zootécnicos y hematológicos de alevines de *Oncorhynchus mykiss*

Objetivos Específicos

- Analizar los parámetros zootécnicos en alevines de trucha arcoíris alimentados con dietas elaboradas con la inclusión de tres porcentajes de harina de mosca soldado.
- Analizar parámetros hematológicos en alevines de trucha arcoíris alimentados con dietas elaboradas con la inclusión de tres porcentajes de harina de mosca soldado.
- Comparar la viabilidad económica de la inclusión de harina de mosca soldado para la alimentación de alevines de trucha arcoíris con dietas tradicionales.

Hipótesis

Hipótesis nula:

Los alevines de trucha arcoíris alimentados con dietas elaboradas a base de harina de *Hermetia Illucens* no mejoran significativamente sus parámetros zootécnicos y hematológicos.

Marco Teórico

Trucha arcoíris



Fig. 12 Alevines alimentados con una dieta comercial tradicional

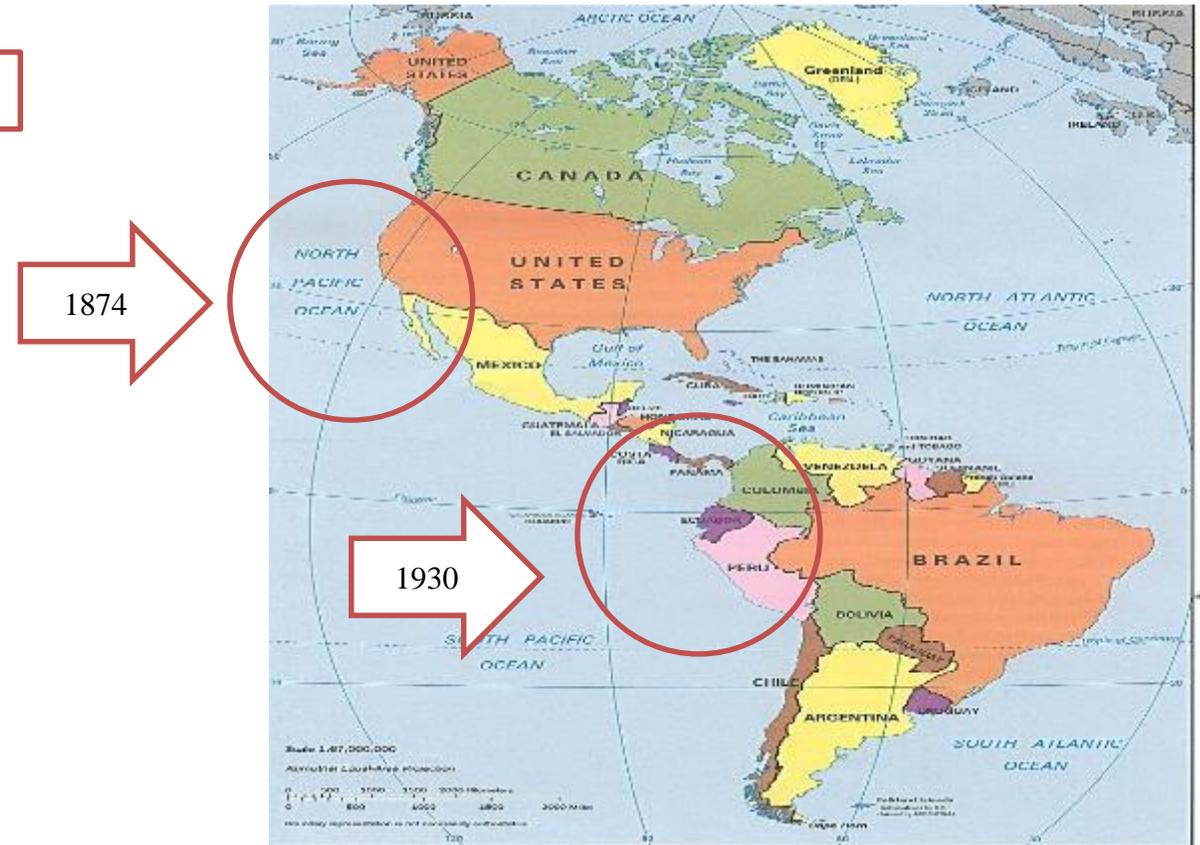


Fig. 13 Mapa de América Latina

Marco Teórico



21 días

Reabsorben su
saco vitelino

2,0 cm – 10cm

0,15 g – 13 g

Fig. 13 Alevines del grupo control - 0% de inclusión de harina de mosca soldado



Marco Teórico

MOSCA SOLDADO



Fig. 14 Mosca soldado

Estratiomido

45% proteína

Zonas cálidas

polinizador

26% grasa

Marco Teórico

Absorbe agua

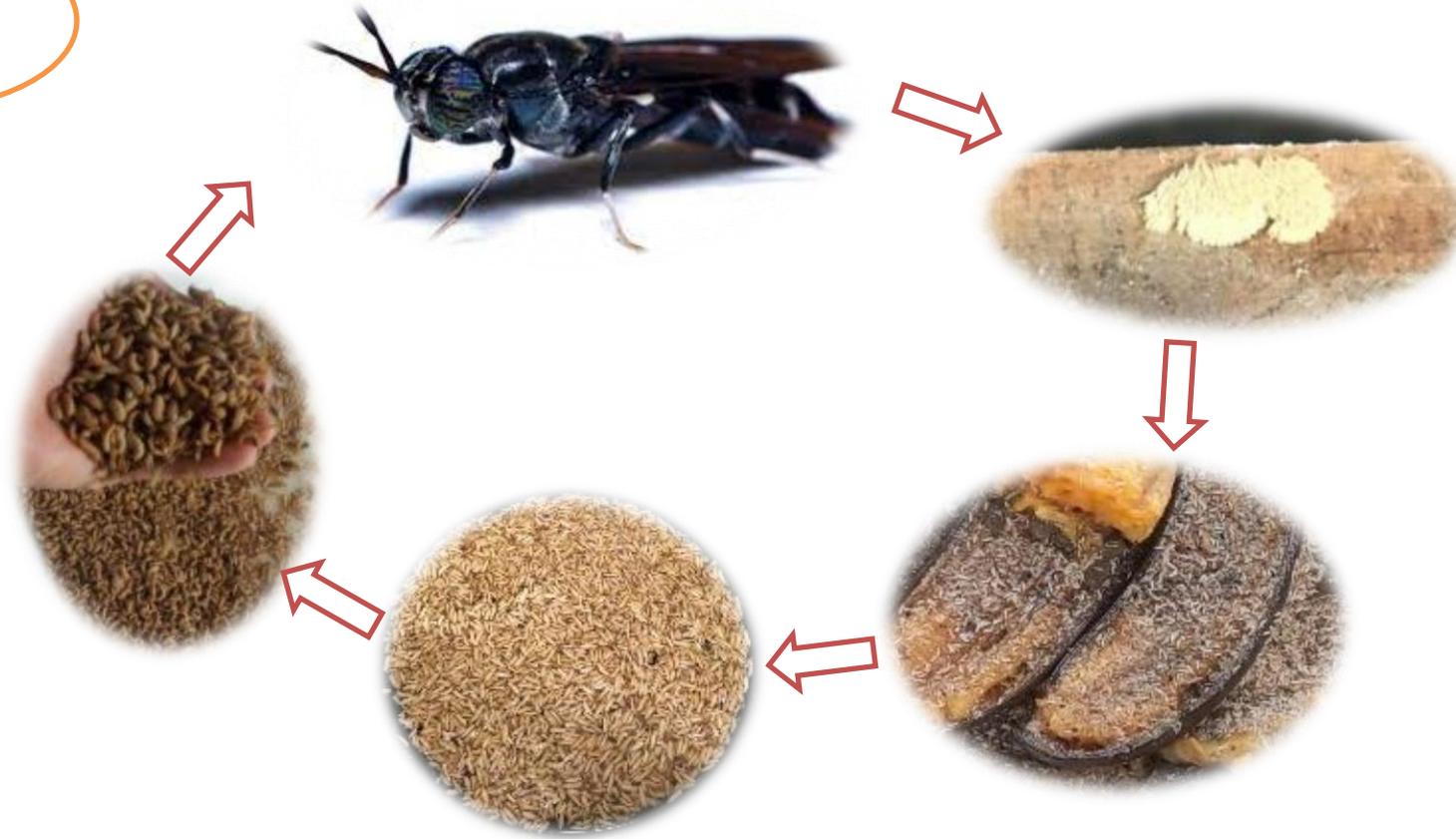


Fig. 15 Ciclo de la Mosca soldado

Dietas convencionales Biomix vs Dietas con Harina de Mosca soldado

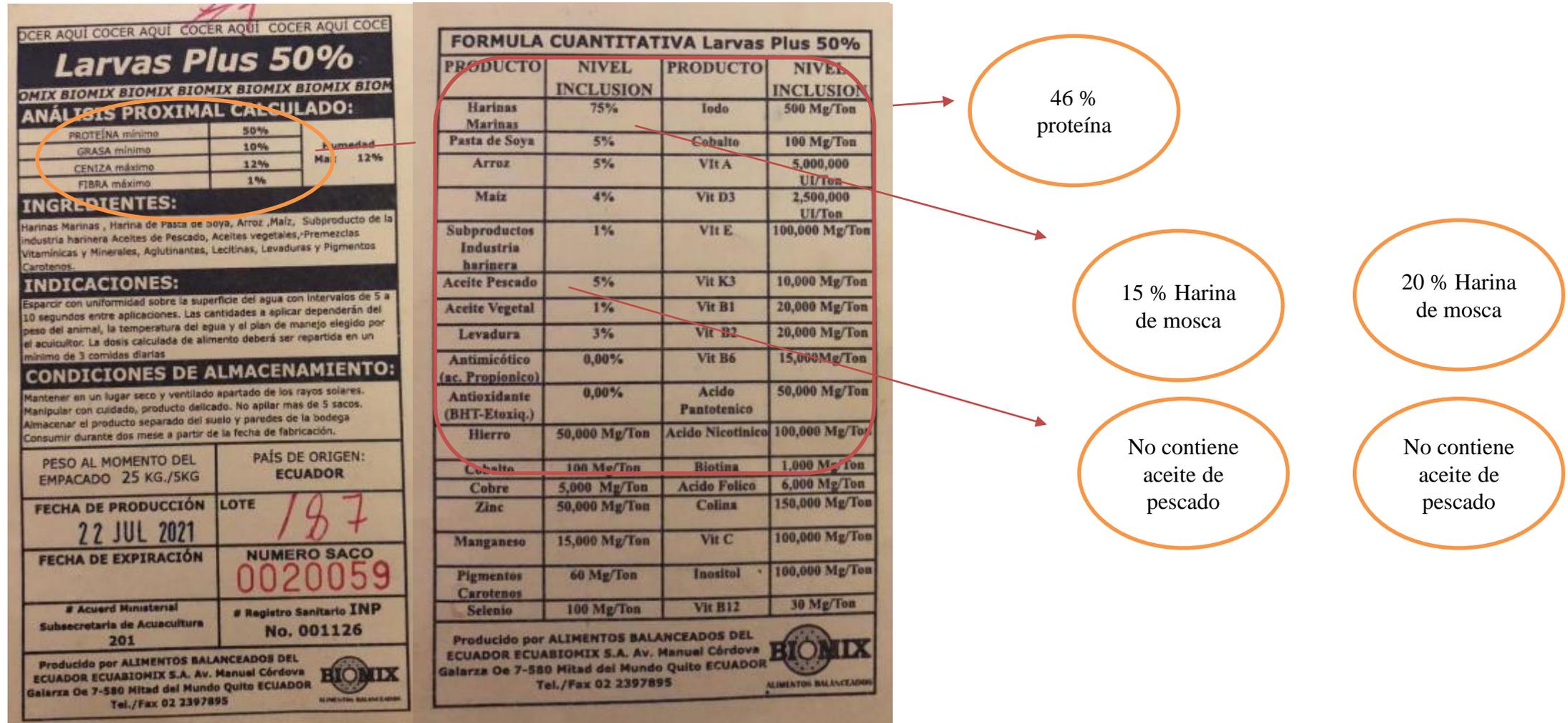


Fig. 18 Dieta Larvas Plus 50%

Métodos

Ubicación y área de estudio



Fig. 19 CENIAC

- Centro de Investigaciones Acuícolas Papallacta

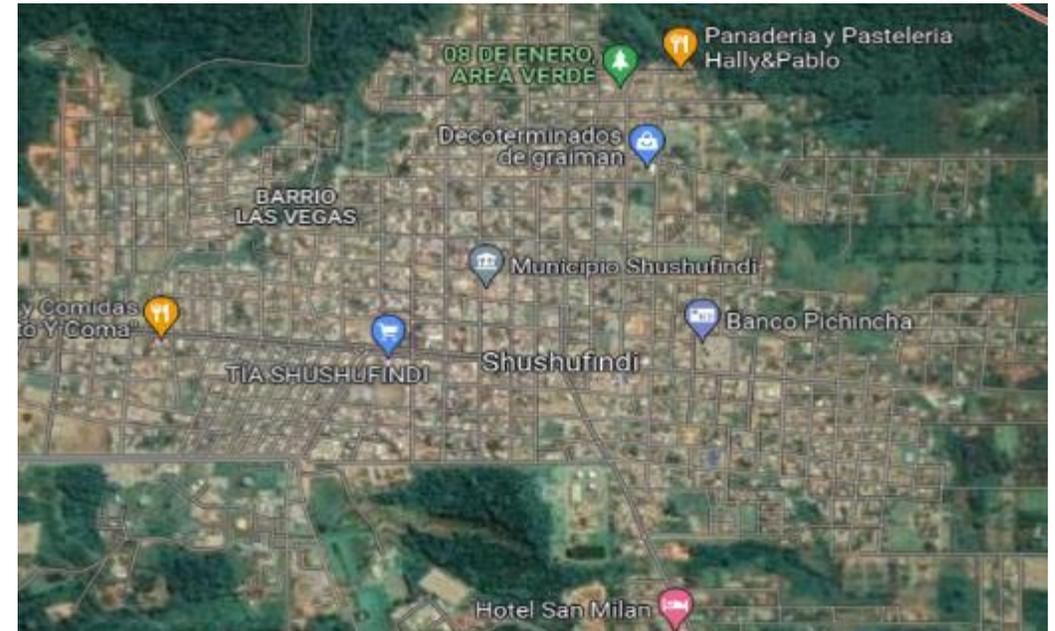


Fig 20. SHUSHUFINDI

- Productor de PISFLO

Métodos

INSTALACIÓN DEL ENSAYO

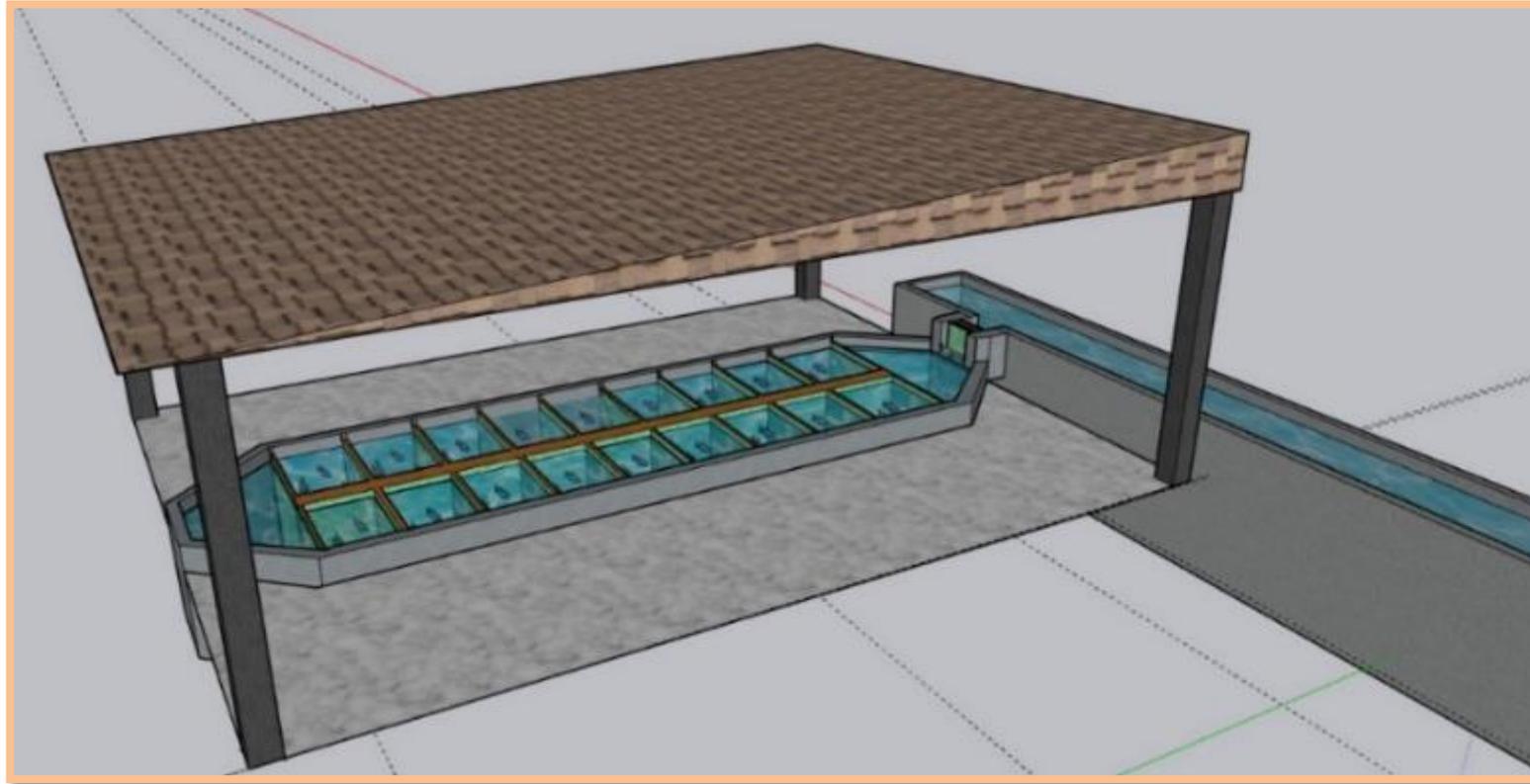


Fig. 21 Distribución de tratamientos en 18 unidades experimentales

Obtención de la Harina de Mosca soldado

Métodos



Fig. 22 Fermentación de residuos orgánicos



Fig. 23 Huevos de mosca soldado



CONTINUA

Fig. 24 Trampa para reproductoras de mosca soldado

Obtención de la Harina de Mosca soldado

Métodos



Fig. 25 Alimentación de larvas



Fig. 26 Alimentación hasta los 28 días



CONTINUA

Fig. 27 Pupas de mosca soldado

Obtención de la Harina de Mosca soldado

Métodos



Fig. 28 Deshidratación de Pupas de mosca soldado



Fig. 29 Producto Empaquetado de Mosca soldado



Fig. 30 Proceso de harina de mosca soldado

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Parámetros	Resultados	Unidad
Humedad	7,18	%
Proteína	31,64	%
Grasa	44,17	%
Ceniza	5,59	%
Fibra Bruta	4,13	%
Carbohidratos	7,29	%
Calorías	553,25	kcal/100g

Tabla 3. Análisis bromatológicos por Multianálityca

Métodos



Fig 31. Análisis bromatológicos en los laboratorios del IASA

Métodos

**ELABORACIÓN DE UN 1 kg DE ALIMENTO MÁS
EL % DE HARINA DE MOSCA SOLDADO**



Fig 32. Aforo de agua destilada 600 ml y calentamiento de la misma



Fig 33. Preparación de 2g de gelatina sin sabor



Fig 34. Pesaje de la harina de mosca
P1=150 g; P2= 200 g

Métodos

**ELABORACIÓN DE UN 1 kg DE ALIMENTO MÁS
EL % DE HARINA DE MOSCA SOLDADO**



Fig 35. Pesaje de harina de Trigo
P1= 30g; P0=100g



Fig 36. Mezcla de todos los ingredientes



Fig 35. Secado del alimento en la estufa a 100°C

Métodos

0% de inclusión de harina de mosca soldado

P0	P0	P2	P1	P0	P2	P1	P0	P1
P1	P2	P1	P0	P2	P0	P2	P1	P2

15% de inclusión de harina de mosca soldado

20% de inclusión de harina de mosca soldado

Fig 36. Distribución de los tratamientos en las unidades experimentales

Métodos

VARIABLES MORFOMÉTRICAS



Fig 37. Medición de peso, longitud y ancho

VARIABLES HEMATOLÓGICAS



Fig 38. Extracción de sangre en alevines de trucha arcoíris

DISECCIÓN



Fig 39. Análisis del aparato digestivo

Resultados y Discusión

PESO (g)

Inclusión de H.M.	Peso (g)
0%	4,82±1,67 a
15%	4,89±1,62 a
20%	4,92±1,69 a

Tabla 4 Peso (g) entre tratamientos de inclusión de harina de mosca letra semejante - estadísticamente igual (HSD Tuckey; $p < 0.05$)

- No hay diferencias significativas entre tratamientos $p = 0,0634$.

- Cami et al., (2021), evaluaron porcentajes de 0 a 50% de inclusión de harina de mosca en dietas para esta especie en peces de aproximadamente de 100 g.

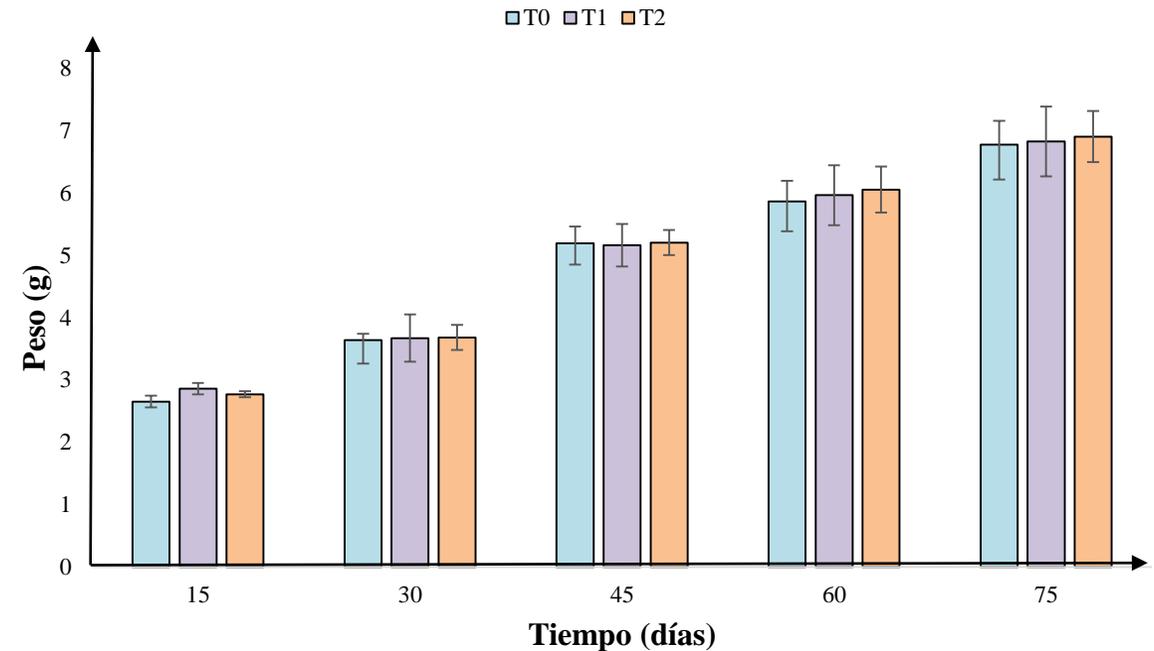


Fig 40. Promedio de peso (g) entre tratamiento, donde T0 (0% de inclusión de harina de mosca) representa el color azul; T1 (15 % de inclusión de harina de mosca) representa el color morado y T2 (20 % de inclusión de harina de mosca)

Resultados y Discusión

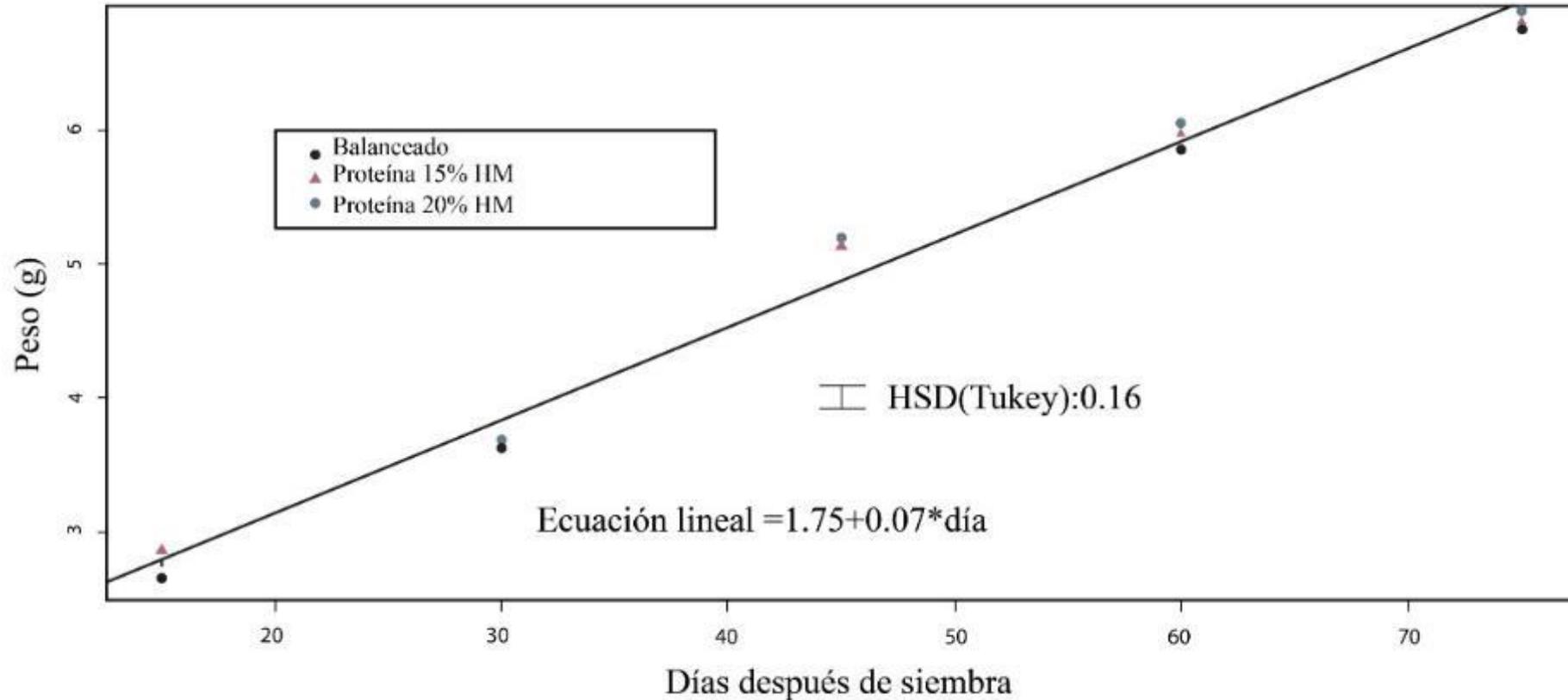


Fig 41. Proyección de peso (g) con regresión lineal en relación al tiempo

Resultados y Discusión

LONGITUD (cm)

Inclusión de H.M.	Longitud total (cm)
0%	7,50±1,02 a
15%	7,49±0,94 a
20%	7,54±1,01 a

Tabla 5. Análisis de Longitud cm entre tratamientos de inclusión de harina de mosca
Columnas con letra semejante son estadísticamente iguales (HSD Tuckey; $p < 0.05$)

En estas etapas una valoración de mayor interés se centra en la **supervivencia** de los peces frente a la asimilación de un nuevo componente en la alimentación y de que, a pesar de haber consumido un nuevo ingrediente en la dieta, los alevines fueron adquiriendo un peso adecuado para su estadío.

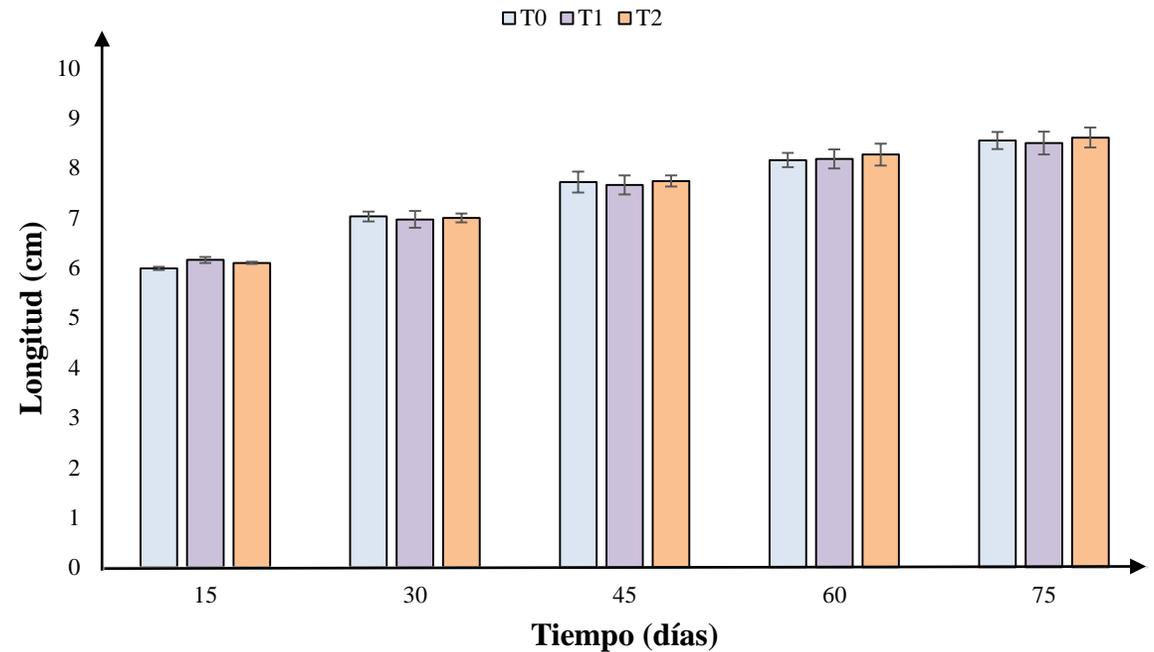


Fig 42. Promedio de peso (g) entre tratamiento, donde T0 (0% de inclusión de harina de mosca) representa el color azul; T1 (15 % de inclusión de harina de mosca) representa el color morado y T2 (20 % de inclusión de harina de mosca)

Resultados y Discusión

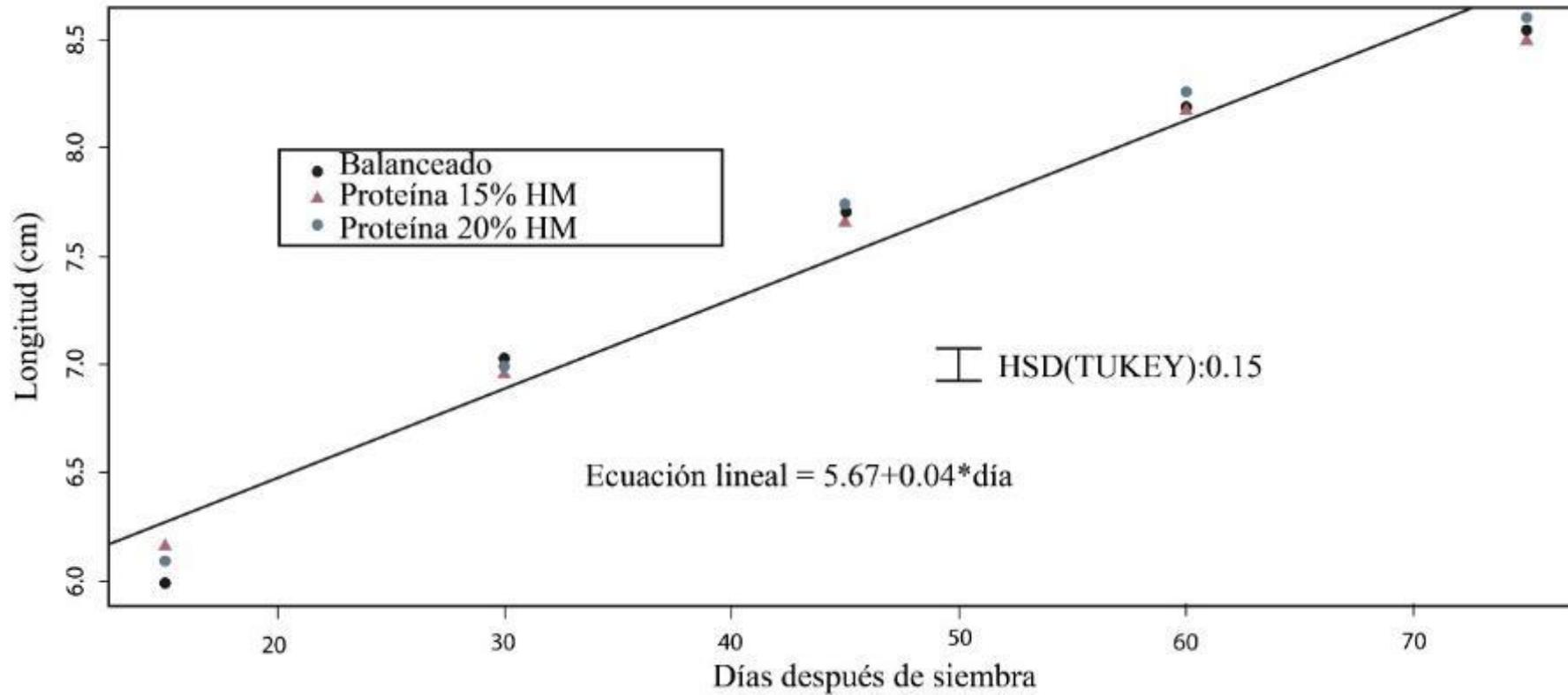


Fig 43. Ecuación lineal del crecimiento de la longitud en relación al tiempo

Resultados y Discusión

GANANCIA DE PESO

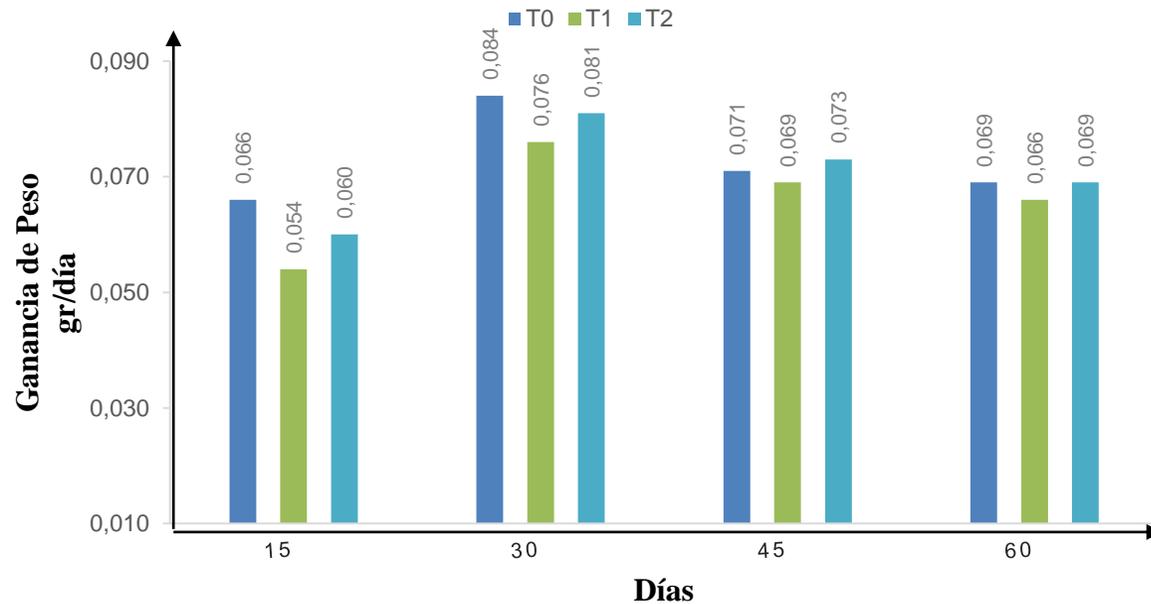


Fig 44. Ganancia de peso (g/día) de *Oncorhynchus mykiss* bajo la inclusión de diferentes porcentajes de harina de mosca soldado

(Čengiċ-Džomba, Džomba, Muratović, & Hadžić (2020), analizaron el reemplazo del 50 % de la harina en la dieta convencional, no existieron diferencias significativas en ganancia de peso en animales juveniles de trucha arcoíris con peso promedio de 100g

Resultados y Discusión

ÍNDICE DE CONDICIÓN CORPORAL

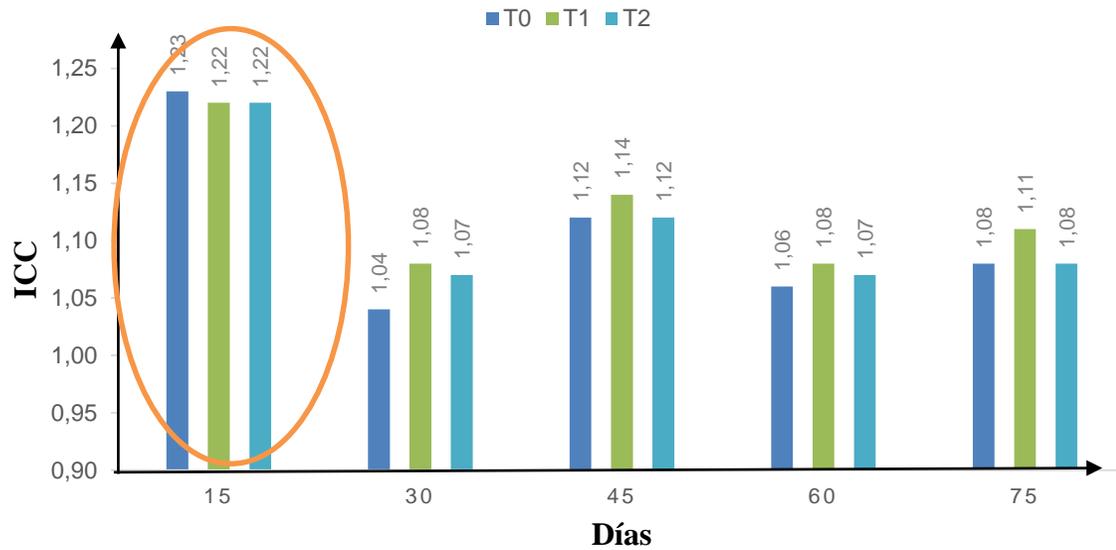


Fig 45. Índice de Condición Corporal de *Oncorhynchus mykiss* bajo la inclusión de diferentes porcentajes de Harina de mosca soldado

Rimoldi, Antonini, Gasco, Moroni, & Terova (2021), coinciden con lo obtenido en este estudio para una etapa juvenil donde los peces fueron alimentados con 15 y 50% de inclusión de harina de mosca

Resultados y Discusión

Tasa de Crecimiento Específico (TCE)

Factor de Conversión alimenticia (FCA)

Eficiencia Alimenticia (EA)

Inclusión de H.M.	TCE	FCA	EA
0%	1,56±0,07	1,10±0,09	91,53±7,13
15%	1,44±0,17	1,16±0,16	88,01±13,79
20%	1,52±0,11	1,10±0,12	91,72±9,64

Tabla 6. Media \pm desviación estándar de la tasa de crecimiento específico (TCE), factor de conversión alimenticia (FCA) y eficiencia alimenticia (EA) de *Oncorhynchus mykiss* bajo una dieta con tres niveles de proteína de Harina de Mosca Soldado

Resultados y Discusión

Tasa de Crecimiento Específico (TCE)

Factor de Conversión alimenticia
(FCA)

Eficiencia Alimenticia (EA)

Inclusión de H.M.	TCE	FCA	EA
0%	1,56±0,07	1,10±0,09	91,53±7,13
15%	1,44±0,17	1,16±0,16	88,01±13,79
20%	1,52±0,11	1,10±0,12	91,72±9,64

Tabla 6. Media \pm desviación estándar de la tasa de crecimiento específico (TCE), factor de conversión alimenticia (FCA) y eficiencia alimenticia (EA) de *Oncorhynchus mykiss* bajo una dieta con tres niveles de proteína de Harina de Mosca Soldado

MORTALIDAD

Resultados y Discusión

FAO (2020), para una producción intensiva se puede aceptar hasta el 19% de mortalidad en alevinaje

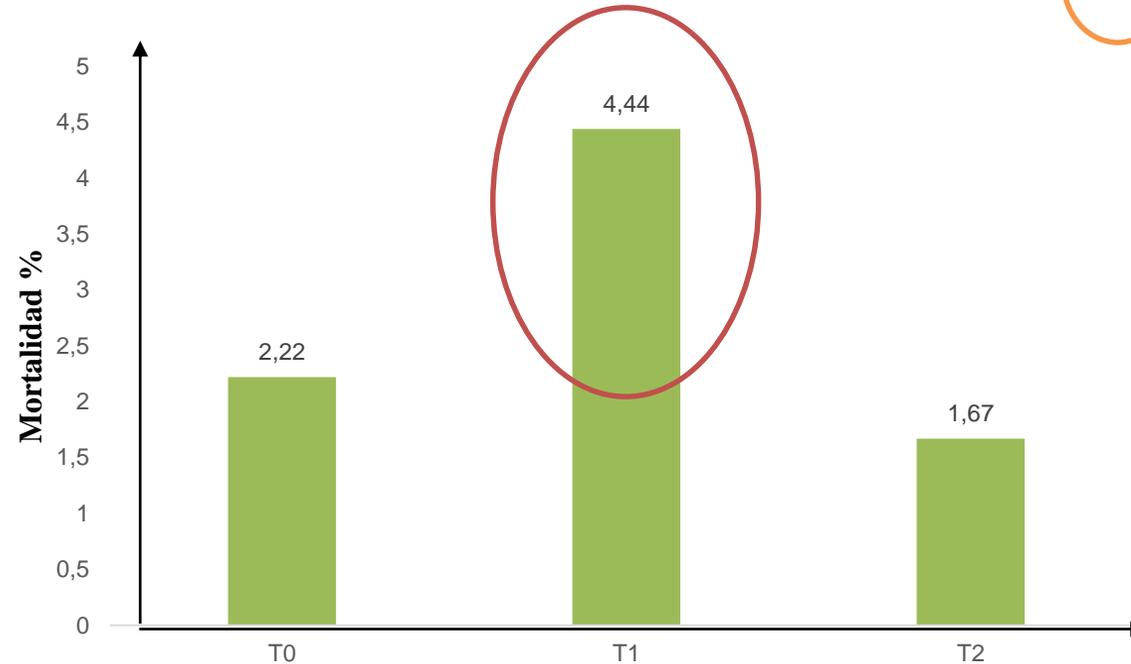


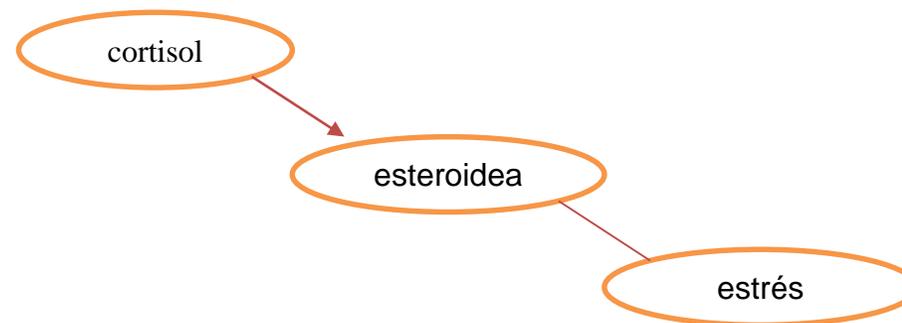
Fig 46. Porcentajes de mortalidad en animales alimentados con dietas con inclusión de harina de mosca soldado

Resultados y Discusión

VARIABLES DE HEMATOCRITO Y GLUCOSA

Inclusión de H.M.	Hematocrito	Glucosa
0%	49,43±14,56	54,89±34,02
15%	58,44±9,62	42,37±23,70
20%	54,63±8,80	59,95±20,22

Tabla 7. Promedio \pm desviación estándar de la tasa de hematocrito y glucosa de *Oncorhynchus mykiss* bajo una dieta con tres niveles de proteína de Harina de Mosca Soldado



Por su parte, Huanca (2017), aumentando la concentración de glucosa en la sangre a partir de la reserva de grasa, disminuye la utilización de la glucosa por la mayoría de células para aumentar el aporte de la glucosa a las células cerebrales y cardíacas, utiliza proteínas para reparar tejidos, y suprime las respuestas inmunes e inflamatorias, con estos antecedentes podemos concluir que nuestros animales estuvieron en un nivel óptimo de glucosa y concluimos que la inclusión de la dieta no generó un estrés metabólico en los peces.

Resultados y Discusión

PROTEÍNA Y ALBÚMINA

Inclusión de H.M.	Proteína	Albúmina
0%	2,14±1,11	1,11±0,89
15%	2,64±1,90	1,75±0,94
20%	1,72±0,61	1,12±0,43

Tabla 8. Promedio \pm desviación estándar de la proteína y albúmina de *Oncorhynchus mykiss* bajo una dieta con tres niveles de proteína de Harina de Mosca Soldado

(Buenaño, 2010)

El contenido de proteína y albúmina en la sangre se mantuvo dentro de los parámetros normales 2,14±1,11; 1,11±0,89.

(Abu, Razak, Taufek, & Alias, 2020)

Demostraron que hubo un efecto similar dentro de los parámetros hematológicos en tilapia.

Resultados y Discusión

APARATO DIGESTIVO INTERNO DE LA TRUCHA ARCOÍRIS

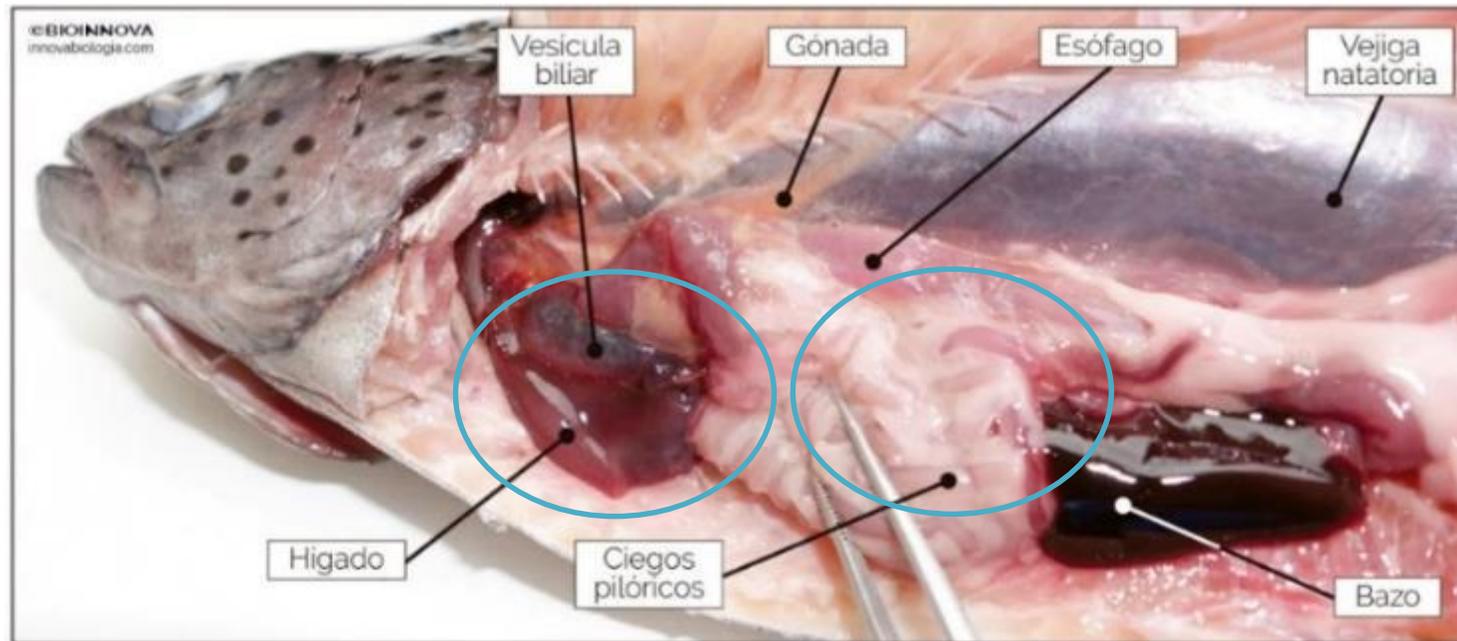


Fig 47. Descripción del aparato digestivo de la trucha arcoíris tomado de Bioinnova, (2021).

Resultados y Discusión

APARATO DIGESTIVO INTERNO DE LA TRUCHA ARCOÍRIS

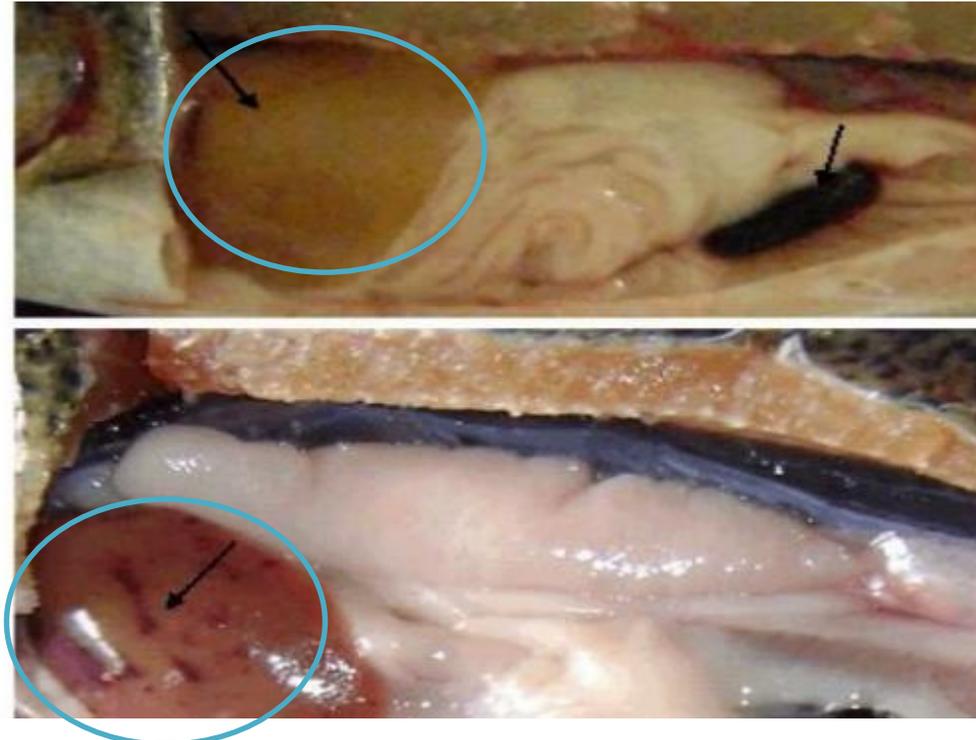


Fig 48. Coloración del hígado por enfermedades tomado de (Yunis, Anicama, Manchego, & Sandoval, 2015)

Resultados y Discusión

TRATAMIENTO 0% INCLUSIÓN DE HARINA DE MOSCA



Fig 50. Órganos internos del aparato digestivo de la trucha arcoíris

TRATAMIENTO 15% INCLUSIÓN DE HARINA DE MOSCA



Fig 51. Órganos internos del aparato digestivo de la trucha arcoíris

TRATAMIENTO 20% INCLUSIÓN DE HARINA DE MOSCA

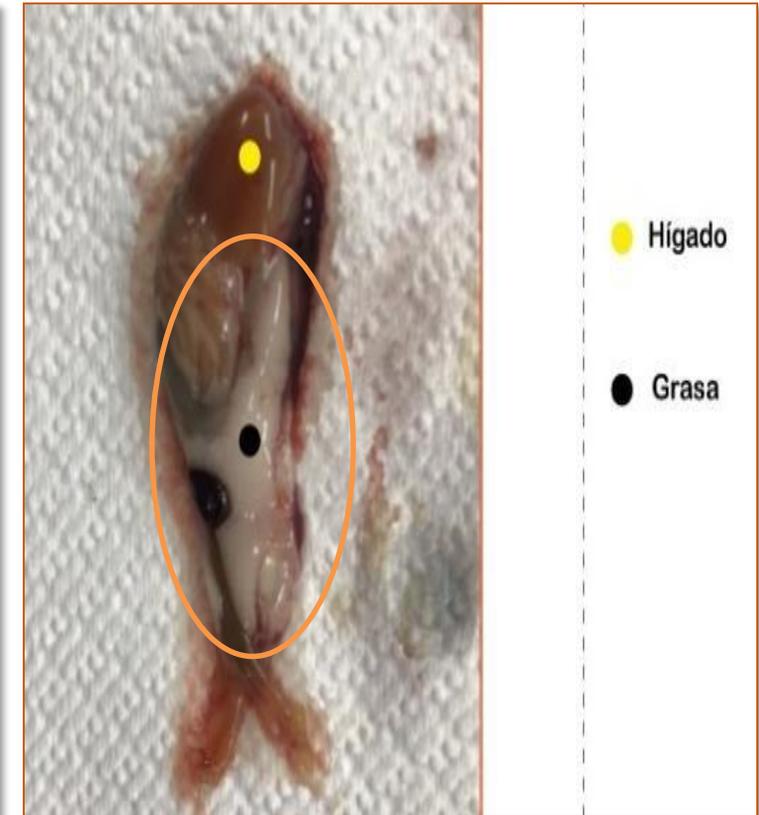


Fig 52. Órganos internos del aparato digestivo de la trucha arcoíris

Resultados y Discusión

ANÁLISIS FINANCIERO

PRECIO DE LOS PRODUCTOS DE HARINA DE MOSCA				
CONCEPTO	UNIDAD	HARINA DE MOSCA	BALANCEADO 15%	BALANCEADO 20%
Unidades producidas	Kg	10000	10000	10000
Ventas	\$	22500	30000	35000
Precio de venta unitario	\$/Kg	2,25	3	3,5

Tabla 9. Precio por kilogramo de la harina de mosca soldado

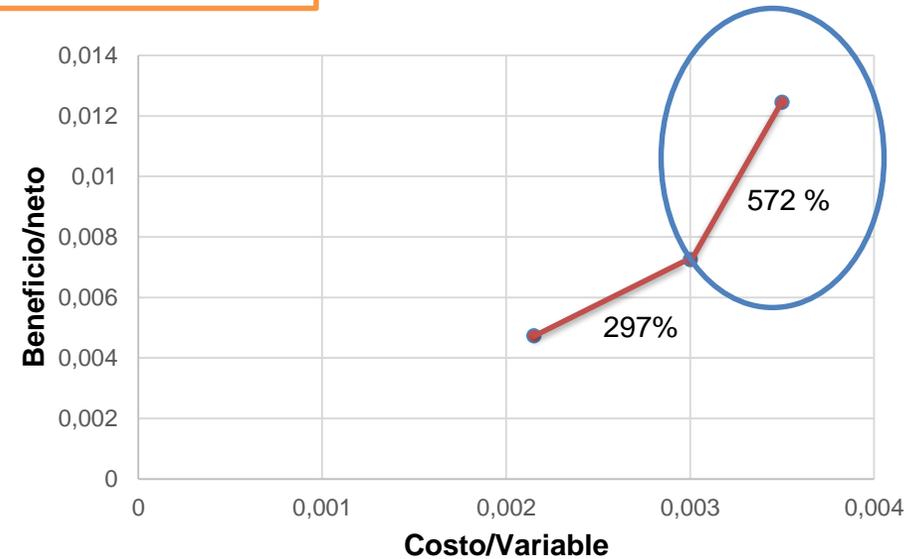


Tabla 10. Beneficio neto, costo variable y Tasas internas de retorno marginal para cada tratamiento de inclusión de harina de mosca soldado

Conclusiones

- La inclusión de harina de pescado junto con la harina de mosca soldado en el alimento balanceado para etapa de alevinaje, no generó ningún efecto significativo en los parámetros zootécnicos de los peces. Sin embargo, se demostró que en esta etapa donde los requerimientos proteicos y nutricionales son más elevados, los peces **adquirieron pesos y longitudes adecuadas para sus estadíos en producción,** demostrando una buena adaptación de los animales a la nueva dieta .
- Respecto de los parámetros hematológicos, los tratamientos de 15 % y 20 % de inclusión de harina de mosca soldado en la dieta no mostraron diferencias significativas en relación con el grupo control, obteniendo valores **óptimos de hematocrito, proteína y albúmina.**

Conclusiones

- Con el análisis visual del sistema digestivo se constató una buena absorción de las dietas con harina de mosca por parte de los peces. A pesar de que en el tratamiento del 20% de inclusión de harina de mosca, hubo una mayor acumulación de grasa (20%), lo que se visualizó en la estructura de los ciegos pilóricos, no se presentaron problemas fisiológicos de los peces o sobre parámetros productivos en referencia a los otros grupos.
- En base al análisis de costos desarrollado, la inclusión de la harina de mosca la dieta de alevines de trucha arcoíris, resulta ser ventajosa en comparación con los costos de suministrar una dieta convencional. Esto a pesar de que la producción de harina de mosca sigue siendo aún artesanal, por lo que, debería considerarse como fuente alternativa de alimentación, sostenible y con un gran aporte a la disminución del impacto ambiental.

Recomendaciones

- Se recomienda la inclusión del 20% de Harina de mosca soldado reemplazando la proteína que da la harina de pescado en el balanceado en las etapas de alevinaje de *Oncorhynchus mykiss*, ya que cubre las necesidades proteicas de la trucha arcoíris y el costo de alimento balanceado es óptimo para una producción intensiva.
- Se recomienda evaluar la tecnificación de la producción de harina de mosca soldado, que brinda una oportunidad a los pequeños y medianos productores acuícolas, siendo un producto alto en proteína.
- Es indispensable la contribución de la Academia para fortalecer a nivel de investigación y con posible capacitación a los agricultores de pequeña escala que promueve este tipo de producciones sostenibles, con alto componente de innovación y amigables con el ambiente.

Agradecimientos



Ing. Alejandro De La Roche
Ing. Margarita Rivera



Ing. Juan Tigrero
Lic. Marco Taco



Sr. Renán Flores y familia
Ing. Miguel Tipán



Dr. Fabio Sala

Grupo de Investigación en Recursos
Bioacuáticos y Acuicultura



Dr. Juan Ortiz
Ing. Daysi Muñoz

