



Efecto de la Espirulina (*Arthrospira platensis*) tratada con auxinas naturales, en la productividad de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de alevinaje

Marcillo Arcalle, Genesis Gabriela

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. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal PhD.

Agosto del 2022



Introducción



En el Ecuador la acuicultura y pesca con excepción del camarón reporta para el año 2019 con un promedio PIB promedio del 0,5% con un aporte de \$575,8 millones dólares y, una tasa de promedio de variación interanual de 5,9% entre el periodo del 2000-2019 (BCE, 2020).



El 90% de la producción de trucha arcoíris es para consumo nacional y el 10% restante se exporta a los países fronterizos como son Colombia y Perú (Mora et al., 2004).

Uso excesivo de antimicrobiano

Repercute en riesgos ambientales incluyendo la toxicidad del agua para la biodiversidad acuática, además de afectar la salud humana y animal (Salas & del Río, 2021).

Diets balanceadas

Genera una deficiente conversión alimenticia e influye en el sistema inmune. Presencia enfermedades, afectando al cultivo de trucha arcoíris (Morales, 2004).

Justificación

Espirulina



Estrategia nutricional

- ✓ β -carotenos, ficocianina, tocoferoles y enzima superóxido dismutasa (SOD)
- ✓ Proteínas hasta un 70%
- ✓ Ácidos grasos poliinsaturados, vitaminas
- ✓ Minerales

- Mejora el sistema inmune (carotenoides)
- Resistencia de las enfermedad
- Minimizar pérdidas económicas

Auxinas (AIA)

Mejora el crecimiento y la productividad, tienen efectos estimulantes sobre el crecimiento celular y la composición de la biomasa

Estudios en *C. vulgaris* implementaron auxinas para estimular la proliferación celular y la acumulación de proteínas, clorofila y monosacáridos (Bajguz & Piotrowska-Niczyporuk, 2013).

Una alternativa para reemplazar el uso de antibióticos con la finalidad de mejorar parámetros morfométricos, productivos y fortalecer la respuesta del sistema inmunológico.



Oncorhynchus mykiss

Dietas Alimenticias
Espirulina

- Parámetros fisiológicos
- Método alternativo a los antibióticos
- Prevención de enfermedades en la acuicultura (Abdel-Tawwab & Ahmad, 2009)



Objetivos

Objetivos generales

Determinar el efecto de la Espirulina (*Arthrospira platensis*) tratada con auxinas naturales, en la productividad de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la etapa de alevinaje.

Objetivos específicos

Evaluar el efecto de la Espirulina tratada con auxinas naturales, en los parámetros morfométricos y productivos en alevines de truchas arcoíris.

Analizar el estado de bienestar animal de los peces en etapas de alevinaje, mediante el perfil hematológico y complementos sanguíneos.

Hipótesis

Hipótesis alternativa

“El uso de espirulina tratadas con auxinas naturales, tiene un efecto en los parámetros productivos y de bienestar animal en etapa de alevinaje de la trucha arco iris”.

Hipótesis nula

“El uso de espirulina tratadas con auxinas naturales, no muestra un efecto en los parámetros productivos y de bienestar animal en etapa de alevinaje de la trucha arco iris”.

Revisión de Literatura

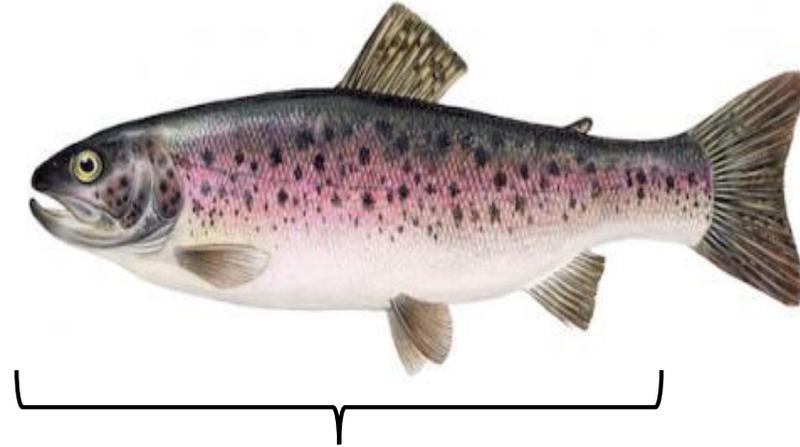
La trucha arcoíris es un salmónido, tolerante a diferentes ambientes, capaz de habitar en océanos por tener un ciclo anádromo, es una especie resistente a enfermedades y especialmente su fácil desove para adquisición de ovas (FAO, 2009).

Género: Oncorhynchus

Especie: O. mykiss

Nombre científico: *Oncorhynchus mykiss*

Fuente: (Ríos & Ubidia, 2014)



Parámetros para el cultivo

- Temperatura: 6 - 20 °C
 - pH: 6.3-8.3
 - Oxígeno Disuelto: 200 y 500 mg O₂/Kg trucha/hora
 - Nitrógeno: 0,001 - 0.012 ppm como NH₃
 - Recambio de agua
- } Calidad de agua



Cianobacteria Spirulina

- Proteína 60-70% de su peso seco
- 15% de lípidos
- 11% de carbohidratos
- 100mg de criptoxantina y ficocianina por kg de microalga seca (Ramakrishnan et al., 2008, citado por Rodríguez & Triana, 2006).



Sistema inmune

Un aumento de proteína total e IgM, la detección de las mismas en sangre implica la cantidad de enzimas, anticuerpos y respuesta inmunitaria alza producida por los macrófagos para regular la respuesta inmune de peces alimentados con Spirulina (Al-Deriny et al., 2020).

- Los antioxidantes inhiben las especies reactivas
- Protegen las células y sus componentes
- Disminución del sistema inmunológico

Estrés Oxidativo

- La aplicación de auxinas aumenta el contenido de proteína y clorofila.
- Inhibir el daño oxidativo de metabolitos mediante la estimulación del sistema de defensa antioxidante.
- Aumento significativo en el nivel de α - y β -carotenos caracterizado por antioxidantes al tratar con auxinas (AIA, IBA) (Piotrowska-Niczyporuk et al., 2018).

Auxinas

(Ácido idol-3-acético)

Dosis (mg L ⁻¹)	Proteína (%)	Lípidos (%)	Clorofila α	Clorofila β	Carotenos
0	25,073	4,063	16,510	3,372	9,8
10	30,610	6,02	18,425	3,991	10,6

Fuente: (Benalcázar, 2022)



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Métodos de Investigación



Fuente: (Google Maps, 2022)



Fuente: (Google Maps, 2022)

La investigación de campo se realizó en dos fases, la primera en el laboratorio de Acuicultura y Recursos Acuáticos, y la segunda en el proyecto acuícola Pailones localizado en la provincia de Pichincha, cantón Rumiñahui, Parroquia San Fernando, Hacienda “El Prado” perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I.

Se encuentra localizada a una altitud de 2748 m.s.n.m. Precipitación anual de 1200 mm, temperatura de 16°C, humedad relativa de 65%

(Cevallos & Tufiño, 2019).

Fase de laboratorio

Masificación Laboratorio



Arthrospira platensis

Schlösser		Medios de cultivo			
Componente	Concentración	Componente	Concentración	Componente	Concentración
Solución 1	500mL	Fuente de		Solución	10L
NaHCO ₃	13,6g	Nitrógeno,	1g L ⁻¹ de agua	Bicarbonato	10g
Na ₂ CO ₃	4,03g	Fósforo y		Sal	50g
		Potasio (12-12-36)		Macronutrientes	200mL
				KNO ₃	100g
				NH ₄ H ₂ PO ₄	10g
				Sulfato de	5g
				Potasio	
				Sulfato de	5g
				Magnesio	
				Micronutrientes	10mL
				Sulfato de	10g
				Hierro	
				Quelatado	
K ₂ HPO ₄	0,5g	Bicarbonato	10g		
Solución 2	500mL	Sal	50g		
NaNO ₃	2,50g	Macronutrientes	200mL		
K ₂ SO ₄	1g	Micronutrientes	10mL		
NaCl	1g				
MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,20g				
CaCl ₂ ·2H ₂ O	0,04g				
Vitamina B12	1mL				

Fase de Campo Espirulina

Masificación en Pailones



*Aclimatación del cultivo de
Arthrospira platensis*



Ácido indol 3-acético (AIA)

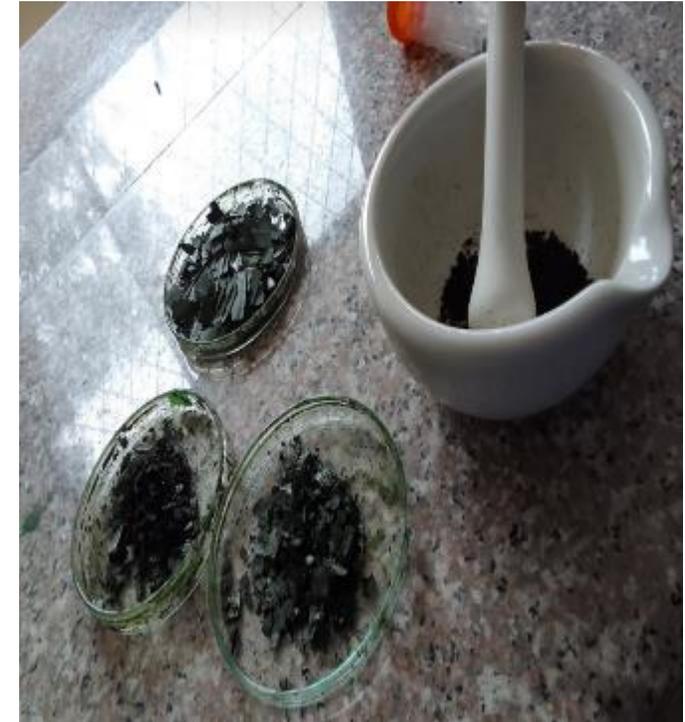


Dosis óptima que se aplicó fue
de 10mg de AIA en los
estanques con un volumen de
600 litros

Cosecha



Cosecha del cultivo de Arthrospira platensis



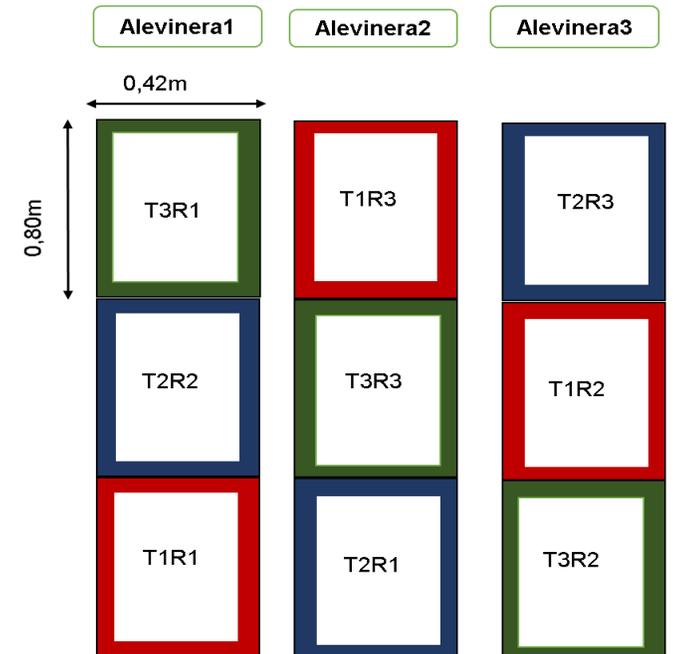
Biomasa cosechada y secada de Spirulina



24 horas a una
temperatura de 35°C

Fase de Campo

Adecuación de infraestructura para alevines



- Implementación de un sistema de oxigenación
- Desinfección con Hipoclorito de Sodio

- Aclimatación de alevines
- Cuatrocientos cincuenta alevines

- Diseño con bloques completamente al azar (DBCA).

Preparación de dietas



- (T1) 0 % *Arthrospira platensis*/ Kg dieta
- (T2) 13% *Arthrospira platensis*/ Kg dieta
- (T3) 13% *Arthrospira platensis* + ácido indol -3- acético /Kg

Suministración de dietas



- Etiquetado de recipiente para dieta



- 8 veces al día

Parámetro Morfométrico



- Masa corporal (g)
- Longitud total (cm)
- Longitud parcial (cm)
- Ancho (cm)

Cada 10 días

Parámetro Productivos

Parámetros Productivos	Fórmulas
Tasa de Crecimiento Específico (TCE)	$= \frac{\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso inicial}}{\text{Tiempo (días)}} \times 100$
Mortalidad (%)	$= \frac{\text{Número de peces muertos}}{\text{Número de peces vivos}} \times 100$
Ganancia de Peso (g)	$= \frac{\text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}}{\text{Tiempo (días)}} \times 100$
Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A)	$= \frac{\text{Total de Alimento consumido (g)}}{\text{Ganancia de peso (g)}}$
Índice de Condición Corporal (I.C.C)	$= \frac{\text{Peso corporal (g)}}{3(\text{Longitud total})} \times 100$
Eficiencia Alimenticia (E.A)	$= \frac{\text{Ganancia de peso (g)}}{\text{Alimento ingerido}} \times 100$

Variables hematológicas



Extracción de sangre de la vena caudal de los peces



- Muestra de sangre de 15 alevines por tratamiento
- Se utilizó una jeringa de 1mL con heparina sódica de (5000UI/mL)
- Tubos eppendorf



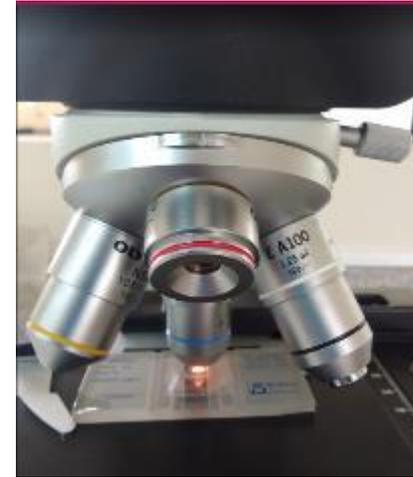
- Porcentaje de Hematocrito
- Sellar con plastilina cada una de ellas y fueron colocadas en la centrifugadora (MX8624) a 3500 rpm durante 10 minutos



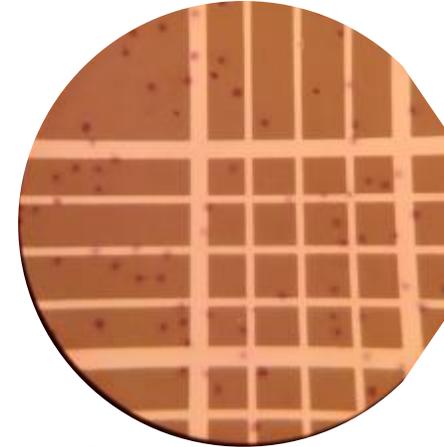
Solución de Natt y Herricks

Cámara de Neubauer con
lente 40x

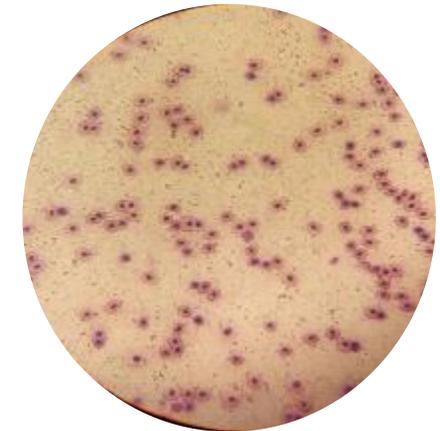
- Análisis de proteínas totales
- Albúminas
- Glucosa se emplearon los kits de Human. No o



Recuento eritrocitario y
leucocitario de alevines



Identificación leucocitaria



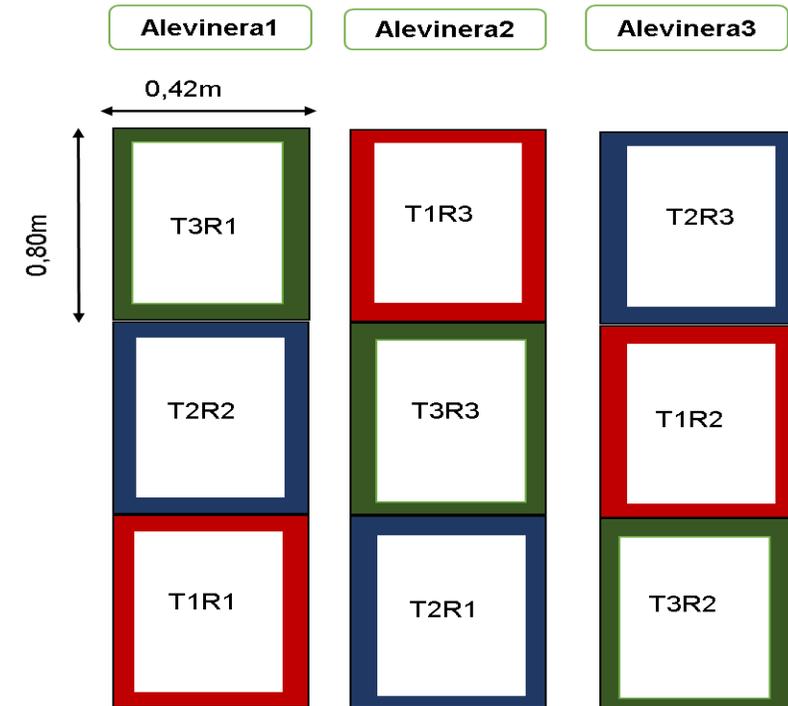
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño por Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones



Croquis Experimental



- T1: 0 % *Arthrospira platensis*/ Kg dieta
- T2: 13% *Arthrospira platensis*/ Kg dieta
- T3: 13 *Arthrospira platensis* + ácido indol -3- acético /Kg dieta

Resultados y Discusión

Variables Morfométricas

Masa Corporal

Promedio \pm error estándar de masa corporal en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en 50 días.

Tiempo (Días)	T1	T2	T3
10	2,73 \pm 0,01 a	2,87 \pm 0,04 ab	3,15 \pm 0,03 b
20	3,80 \pm 0,02 c	4,33 \pm 0,11 d	4,70 \pm 0,00 d
30	5,30 \pm 0,07 e	5,87 \pm 0,02 f	6,00 \pm 0,09 f
40	7,12 \pm 0,09 g	8,10 \pm 0,14 h	9,56 \pm 0,09 i
50	10,33 \pm 0,04 j	12,70 \pm 0,01 k	14,43 \pm 0,17 l

Oncorhynchus mykiss suplementadas *Arthrospira platensis* al 10% , presentaron mejor masa corporal, mostrando un peso de 235.8g a diferencia del tratamiento control presentó 200g,

Arthrospira platensis mejora rendimiento de crecimiento, metabolismo de los lípidos, sistema inmunológico y resistencia a enfermedades en animales acuáticos (Promya & Chitmanat, 2011)

La inoculación de auxinas en *Espirulina* presentan un efecto positivo en el crecimiento y rendimiento de alevines de trucha arcoíris por los elevados niveles de proteínas que tienen al complementar con AIA; el incremento de la división celular en cianobacterias genera una mayor cantidad de carbohidratos, reflejando un aumento de proteínas por el estímulo causado por las auxinas en la descomposición de mono-galacto-silglicerol el cual es el precursor en la formación de ácido oléico (Singh et al., 2020).

Variables Morfométricas

Longitud Total

Promedio \pm error estándar de la longitud total en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en 50 días.

Tiempo (Días)	T1	T2	T3
10	6,26 \pm 0,09 ab	6,10 \pm 0,08 a	6,40 \pm 0,08 abc
20	6,69 \pm 0,07 bcd	6,78 \pm 0,07 cd	6,92 \pm 0,07 d
30	7,41 \pm 0,11 e	7,70 \pm 0,09 e	7,88 \pm 0,09 e
40	8,48 \pm 0,11 f	8,90 \pm 0,11 fg	9,08 \pm 0,08 g
50	9,64 \pm 0,14 h	10,16 \pm 0,13 i	10,51 \pm 0,12 i

Piaractus brachipomus suministradas *Arthrospira platensis* al 2% en la alimentación, se encontraron un aumento en longitud en relación a las que se suministraron solamente alimento balanceado (Alzate-Díaz & Pardo-Carrasco, 2016)

Variables Morfométricas

Longitud parcial

Promedio \pm error estándar de la longitud parcial en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en 50 días..

Tiempo (Días)	T1	T2	T3
10	5,72 \pm 0,09 ab	5,60 \pm 0,08 a	5,90 \pm 0,08 abc
20	6,09 \pm 0,07 bcd	6,19 \pm 0,07 bcd	6,28 \pm 0,07 cde
30	6,43 \pm 0,10 de	6,71 \pm 0,09 ef	6,96 \pm 0,09 f
40	7,48 \pm 0,11 g	7,89 \pm 0,11 gh	8,06 \pm 0,09 h
50	8,63 \pm 0,14 i	9,16 \pm 0,13 j	9,51 \pm 0,12 j

Las mínimas cantidades de Espirulina en dieta de peces producen un efecto significativo en ancho y longitud; de igual manera en la calidad de carne y contenido de grasa (Rincón Rodríguez et al., 2013).

Ancho

Promedio \pm error estándar del ancho en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en 50 días.

Tiempo (Días)	T1	T2	T3
10	1,09 \pm 0,02 a	1,14 \pm 0,02 a	1,21 \pm 0,02 ab
20	1,35 \pm 0,02 abc	1,40 \pm 0,26 cdef	1,63 \pm 0,02abcd
30	1,51 \pm 0,04 bcde	1,65 \pm 0,03 cdef	1,73 \pm 0,03 defg
40	1,66 \pm 0,03 cdef	1,77 \pm 0,03 efg	1,93 \pm 0,02 fg
50	1,85 \pm 0,03 efg	1,92 \pm 0,03 fg	2,04 \pm 0,03 g

El efecto de la mejora de parámetros en carpas gibel se debe a la palatabilidad, la digestibilidad y alto contenido de nutrientes como vitaminas, minerales ácido linoleico y ácido linolénico que contiene la Espirulina (Cao et al., 2018).

Variables Productivas

Ganancia de Peso

Promedio \pm error estándar de la ganancia de peso en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en 50 días.

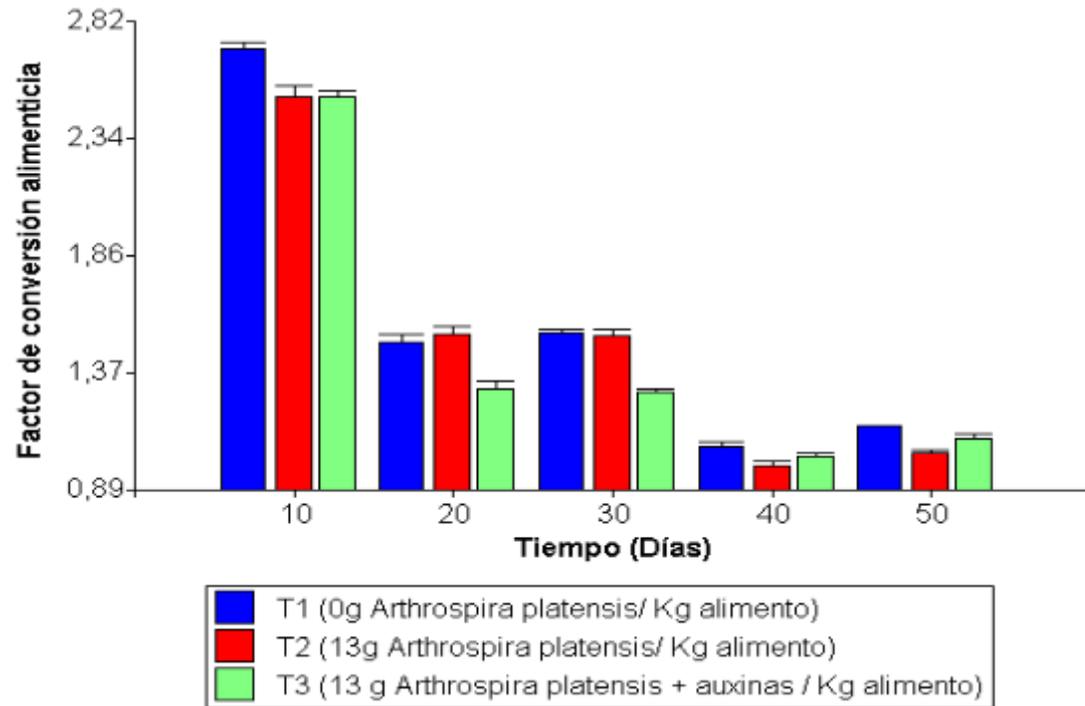
Tiempo (Días)	Ganancia de Peso/Día
T1	0,23 \pm 0,01 a
T2	0,32 \pm 0,01 b
T3	0,35 \pm 0,01 b

Estudio demostraron que peces suplementados con Espirulina tuvieron un aumento de ganancia de peso en comparación a los alimentados con balanceado (harina de pescado), se observaron hallazgos similares en tilapia del Nilo (Shalata et al., 2021).

VARIABLES PRODUCTIVAS

Factor de Conversión Alimenticia

Promedio \pm error estándar del factor de conversión alimenticia en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en el tiempo.



FCA de 1,15 en alevines de *Oncorhynchus mykiss* alimentados con 13gKg^{-1} *Arthrospira platensis* + auxinas, teniendo resultado mayor al tratamiento control con 1,04.

(Plaza Gordo, 2018), menciona que *Oreochromis niloticus* alimentados con *A. platensis* presentaron un factor de conversión alimenticia de 1,37 a los 50 días al finalizar el ensayo a diferencia del control de 1,14.

Variables Productivas

Tasa de Crecimiento Específico

Promedio \pm error estándar de la Tasa de crecimiento específico en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en 50 días.

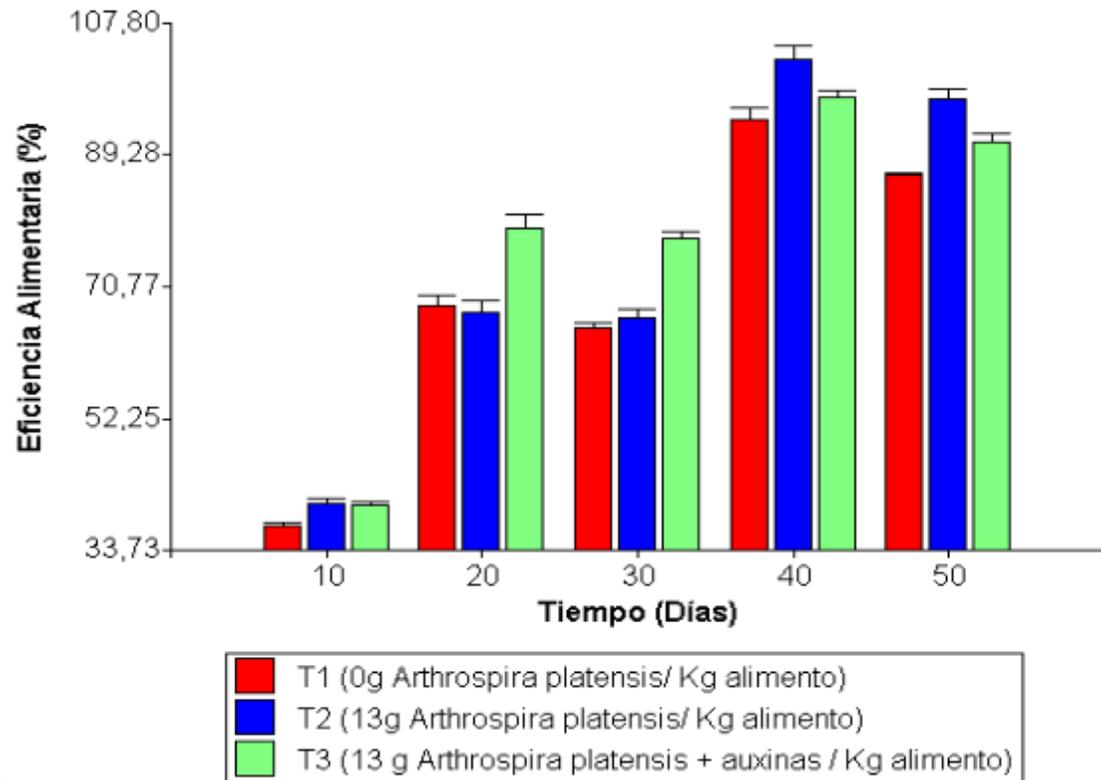
Tratamientos	Tasa de crecimiento específico
T1	3,27 \pm 0,06 a
T2	3,74 \pm 0,09 b
T3	3,79 \pm 0,06 b

Truchas marrón del Caspio alimentadas con 8% de Espirulina evidenciaron un aumento de la tasa de crecimiento específico del 1,74%/día; a diferencia de las suministradas solo alimento balanceado con 1,37%/día (Roohani et al., 2019).

VARIABLES PRODUCTIVAS

Eficiencia Alimentaria

Promedio \pm error estándar de la Eficiencia Alimentaria en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en el tiempo.



La Eficiencia alimentaria, hubo aumento significativo en individuos de *Oreochromis niloticus* suplementados con concentraciones de 10g/Kg de espirulina durante dos meses (Plaza Gordo, 2018).

Un nivel apropiado de inclusión de Espirulina en dietas promueve la eficiencia alimentaria en peces, esto se debe a que los polisacáridos de las algas marinas afectan los niveles de expresión de enzimas y proteínas; mejorando el metabolismo y promoviendo la utilización de nutrientes (Jiang et al., 2022).

Variables Productivas

Índice de Condición Corporal

Promedio \pm error estándar del Índice de Condición Corporal en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en 50 días.

Tiempo (Días)	T1	T2	T3
10	1,20 \pm 0,06 a	1,34 \pm 0,07 ab	1,25 \pm 0,05 ab
20	1,31 \pm 0,04 ab	1,42 \pm 0,05 ab	1,46 \pm 0,05 b
30	1,38 \pm 0,07 ab	1,32 \pm 0,04 ab	1,27 \pm 0,04 ab
40	1,22 \pm 0,05 ab	1,20 \pm 0,05 a	1,30 \pm 0,04 ab
50	1,22 \pm 0,06 ab	1,27 \pm 0,05 ab	1,28 \pm 0,04 ab

Oreochromis niloticus alimentados 10g *Arthrospira platensis*/Kg alimento, donde no se encontraron diferencias significativas en la variable de ICC (Plaza Gordo, 2018)

Una mejora en los parámetros productivos en los peces suplementando *A. platensis* puede deberse a la palatabilidad del alimento, propiedades físicas y la biodisponibilidad de algunos minerales como calcio, fósforo y zinc (Roohani et al., 2019).

Variables Productivas

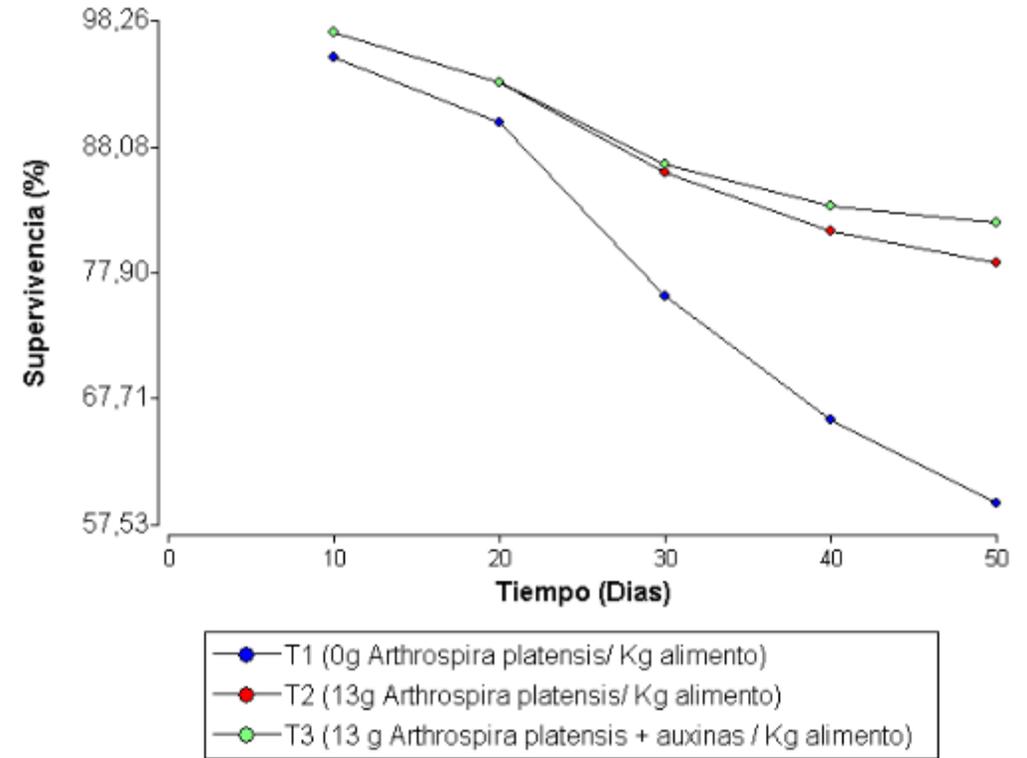
Tasa de Supervivencia y Mortalidad

Promedio \pm error estándar del porcentaje de mortalidad y supervivencia en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis*.

Tratamiento	Mortalidad (%)	Supervivencia (%)
T1	40,67	59,33
T2	21,33	78,67
T3	18	82

La inclusión del 2,5% y 5% de *A. platensis* en la alimentación de *Oncorhynchus mykiss* se registró una tasa de supervivencia para ambos tratamientos del 75%, a diferencia del tratamiento control que mostró el 50% (Ibrahim et al., 2013)..

Los efectos de mejora inmunológica en peces por la Espirulina dietética se considera que está relacionado con los diferentes ingredientes bioactivos de la Espirulina, incluidos el β -carotenos, la ficocianina y los polisacáridos de algas (Cao et al., 2018).



Plaza (2018), afirma en su investigación que *Arthrospira* puede acelerar el desarrollo del sistema inmune especialmente en las primeras etapas de vida

Variables Hematológicas

Promedio \pm error estándar de Proteína total, Glucosa y hematocrito en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en 50 días

Variable	N	T1	T2	T3
Proteína Total (g/dL)	15	1,95 \pm 0,16 a	2,65 \pm 0,15 b	1,94 \pm 0,12 a
Glucosa (mg/ dL)	15	53,46 \pm 12,54 a	171,18 \pm 15,97 b	133,29 \pm 14,58 b
Hct (%)	15	35,33 \pm 1,92 a	46,13 \pm 0,86 b	47,67 \pm 1,41 b

Arthrospira platensis al 10% en la alimentación, obtuvo 3 (g/dL) en proteína total y 41,11(%) de hematocrito. Sin embargo, el tratamiento control menor a 40,44(%) y 2,25(g/dL) (Yeganeh et al., 2015).

Perfil bioquímico en glucosa presentó un total de 95 (mg/ dL) con la inclusión de Espirulina al 10% (Yeganeh et al., 2015).



Según Adel et al. (2016) menciona que a medida que aumenta la inclusión de Espirulina en dietas alimenticias de esturión el contenido de glucosa continúa acrecentándose.

Las concentraciones de glucosa pueden aumentar en periodos cortos para suplir la demanda energética en situaciones de estrés (Bailone et al., 2010).



Variables Hematológicas

*Promedio ± error estándar de Albúmina y conteo de glóbulo rojos en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en 50 días*

Variable	N	T1	T2	T3
Albumina (g/dL)	15	0,92±0,06 a	1,01±0,03 a	0,99±0,12 a
RBC (cel x 10 ⁶ /uL)	15	1,34±0,16 a	1,32±0,07 a	1,30±0,11 a

La albúmina es fundamental para mantener la presión osmótica, conservar un sistema inmune óptimo y actuar como transportador del plasma (Nya & Austin, 2009)

Las fracciones de albúmina y globulina son importantes para mantener un sistema inmunológico saludable (Jha et al., 2007).

Espirulina tiene capacidad antioxidante por su alto contenido de β -carotenos y ficocianinas, que ayudan a una mayor producción de glóbulos rojos (Jaime et al., 2005).

Variables Hematológicas

Promedio \pm error estándar de Conteo de glóbulos blancos, Linfocitos, Neutrófilos, Eosinófilos y Basófilos en alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* suplementadas con 3 dietas balanceadas de *Arthrospira platensis* en 50 días

Variable	N	T1	T2	T3
WBC (cel x 10 ⁴ /uL)	15	2,29 \pm 0,10 a	2,54 \pm 0,07 ab	2,70 \pm 0,06 b
Linfocitos (%)	15	93,68 \pm 0,07 a	95,13 \pm 0,04 b	95,87 \pm 0,06 c
Neutrófilos (%)	15	3,65 \pm 0,04 a	2,45 \pm 0,04 b	1,84 \pm 0,05 c
Monocitos (%)	15	1,55 \pm 0,03 c	1,19 \pm 0,86 b	0,98 \pm 0,02 a
Eosinófilos (%)	15	0,82 \pm 0,02 a	0,86 \pm 0,01a	0,92 \pm 0,01 b
Basófilos (%)	15	0,31 \pm 0,01 a	0,37 \pm 0,01b	0,39 \pm 0,01b

(Plaza Gordo, 2018) menciona que existe un aumento en el número de total leucocitos (8,68 mil/ μ L) *O. niloticus* en al suplementar 10g Espirulina /Kg de alimento.

El número de linfocitos el más predominantes entre los otros leucocitos (monocitos, neutrófilos, basófilos y eosinófilos), este aumento es por la mejor respuesta inmune celular a los agentes infecciosos en la trucha arcoíris en fase de alevinaje (Khani et al., 2017).

Conclusiones

- La inclusión de 13gKg^{-1} de *A. platensis*+ auxinas y 13gKg^{-1} *A. platensis* en dietas balanceadas influyeron positivamente en los parámetros morfométricos y productivos de forma más óptima en comparación a los alimentados con 0gKg^{-1} de *A. platensis*. Los alevines de trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* alimentados con 13gKg^{-1} de *A. platensis*+ auxinas presentaron una mejora en la masa corporal de 14,43g, longitud total de 10,51cm, longitud parcial de 9,51cm y un ancho de 2,04cm.
- Con la inclusión de 13gKg^{-1} de *A. platensis*+ auxinas en dietas balanceadas mejoraron el crecimiento en los individuos y evidenciaron un incremento en la tasa de crecimiento específico (4,03%), ganancia diaria (0,35 g), factor de conversión alimenticia eficaz (1,15%) y una mayor eficiencia alimentaria (97,11%) en los alevines alimentados con 13gKg^{-1} de *A. platensis* al finalizar los 50 días del ensayo.
- El estado sanitario que demostró la *A. platensis* en la alimentación de trucha arcoíris en fase de alevinaje evidencia una mejora en el perfil hematológico; aumentando el contenido de glucosa, albumina y las proteínas totales en la sangre, por ende, fortalece el sistema inmunitario lo que se ve reflejado en un mayor porcentaje de supervivencia.

Recomendaciones

- Realizar estudios en la evaluación de las características organolépticas en *Oncorhynchus mykiss*, mediante la suplementación de *A. platensis* en dietas balanceadas para la valoración de la calidad de carne.
- Determinar el efecto de *A. platensis* con dietas mayores a 13 g en *Oncorhynchus mykiss* condiciones de estrés, para evaluar el sistema inmune.
- Complementar la presente investigación con una prueba de cortisol, para determinar el grado de estrés del animal, con la finalidad, de realizar un seguimiento de pruebas histológicas y corroborar si *A. platensis* influye en un daño hepático.

Agradecimientos

Grupo de Investigación en Recursos
Bioacuáticos y Acuicultura



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA