



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## Evaluación del efecto fitobiótico del ajo, albahaca y orégano en la calidad de la carne de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en etapa de engorda

Ruiz Cisneros, Anthony David

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Ortiz Tirado, Juan Cristóbal Ph.D.



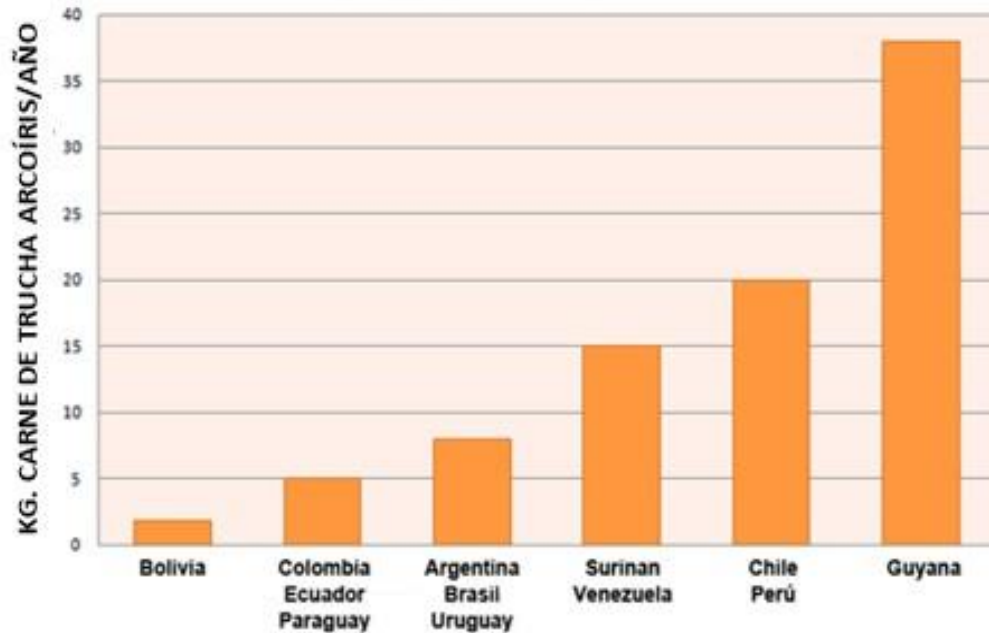
Firmado electrónicamente por:  
JUAN CRISTOBAL  
ORTIZ TIRADO

**02 de febrero del 2023**

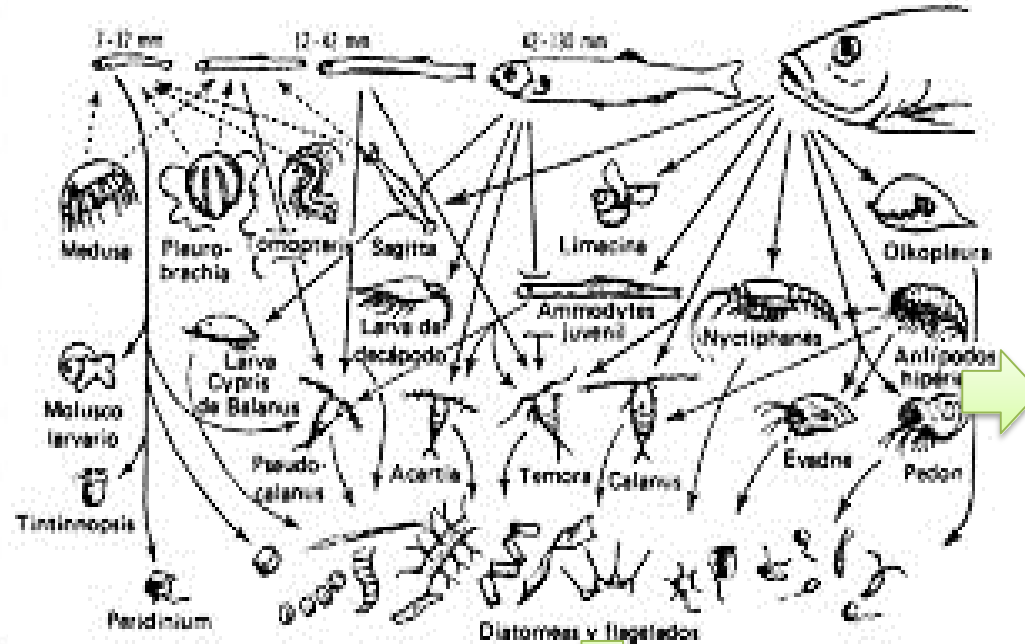


# INTRODUCCIÓN

CONSUMO PER CAPITA



Fuente: ...



Alimentación de trucha arcoíris en estado natural (insectos crustáceos, etc.)

Rica en proteínas, carotenoides y polisacáridos.



# INTRODUCCIÓN



Balancedo comercial, bajo en minerales y vitaminas.

No contiene moléculas anti nutricionales (aceites esenciales, polisacáridos, etc.)



Producciones de baja tecnificación, los peces tienen una alimentación variada rica en fibra y carotenoides.



**Ajo** (*Allium sativum*)  
Familia: *Liliaceae*

Emblemática por su fuerte olor y sabor, rica en minerales.

Presenta compuestos órgano-sulfurados (metabolitos secundarios) siendo la alinina la molécula más importante



**Albahaca**  
(*Ocimum basilicum*)  
Familia: *Lamiaceae*

Contiene moléculas que pueden ser beneficiosos para trastornos inflamatorios.

Presenta moléculas con función: antioxidante, antimicrobianas, etc; siendo el linalool una de las moléculas más importantes.



**Orégano**  
(*Origanum vulgare*)  
Familia: *Lamiaceae*

El orégano presenta una composición fotoquímica, que puede clasificarse en compuestos volátiles, lípidos y fenólicos

Es portador de sustancias como carvacrol y timol, que pueden disminuir la viscosidad de la digesta mejorando la digestión

# PROBLEMA

Enfoque de dietas balanceadas para peces de engorde.

Deficiencias nutricionales, baja cantidad de minerales y vitaminas, además no contienen moléculas anti nutricionales (aceites esenciales, polisacáridos, carotenoides y otros metabolitos secundarios)

Menor porcentaje de supervivencia, perfil hematológico desbalanceado y características organolépticas del filete poco agradables por el consumidor.

Uso de productos farmacológicos (antiparasitarios, antifúngicos, antibacterial), mayor costo de producción y menor consumo per cápita de trucha arcoíris.

# OBJETIVOS

## Objetivo General

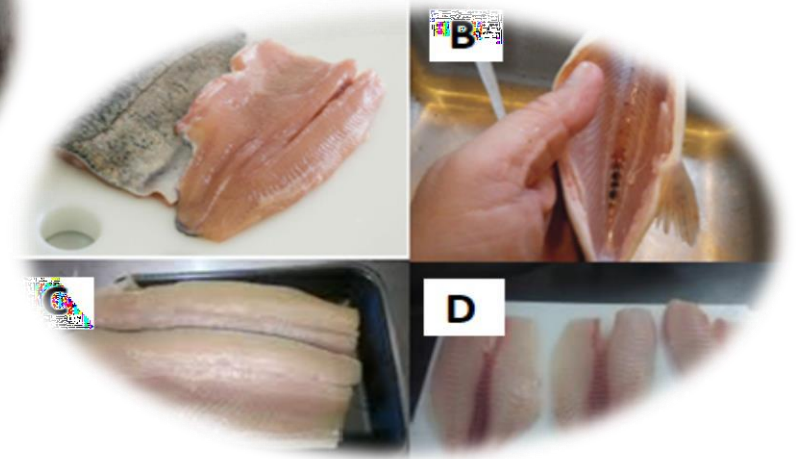
Evaluar el efecto fitobiótico del ajo, albahaca y el orégano en la calidad de la carne de trucha arco iris en etapa de engorde.

## Objetivo Especifico

- Evaluar características morfométricas y productivas de trucha arco iris con pesos comerciales de 200 a 250 g, sujetas al suplemento alimenticios con ajo, albahaca y orégano.
- Evaluar características organolépticas en trucha arcoíris con pesos comerciales de 200 a 250 g, sujetas al suplemento alimenticios con ajo, albahaca y orégano.
- Valorar el estado sanitario del pez al final del proceso de crianza mediante análisis hematológico general y el impacto en el sistema inmune del pez con dietas fitobióticas.

# HIPÓTESIS

**H1:** El uso de fitobióticos ajo, albahaca y orégano genera cambios en las características productivas, hematológicas y organolépticas en truchas adultas en etapa de engorde



# REVISIÓN LITERARIA

<b>Reino</b>	<b>Animal</b>
Phylum	Chordata
Orden	Salmoniformes
Familia	<i>Salmonidae</i>
Género	<i>Oncorhynchus</i>
Especie	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Nombre común	Trucha arco iris

## Nutrición en peces

Rendimiento final depende, de la cantidad y calidad del alimento.

Influye en el comportamiento, la integridad estructural.

Estado sanitario general.

En varias funciones fisiológicas como crecimiento y reproducción.

Calidad de la carne.

Mexis *et al.* (2009)





## REVISIÓN LITERARIA

# Complementos alimenticios en las dietas de trucha arcoíris



*Pigmentantes (Carotenoides)*



*Metabolitos secundarios*

Buenaño (2010)

# Especies vegetales como fuente de metabolitos secundarios



### ***Orégano (Origanum vulgare)***

Es portador de sustancias como carvacrol y timol

Skandamis & Nychas (2001)



### ***Albahaca (Ocimum basilicum)***

Contiene linalool una de las moléculas más importantes.

Reyes & Patiño (2007)



### ***Ajo (Allium sativum)***

Presenta compuestos organo-sulfurados (metabolitos secundarios) siendo la alinina la molécula más importante

López & Jiménez (2012)

# METODOLOGÍA

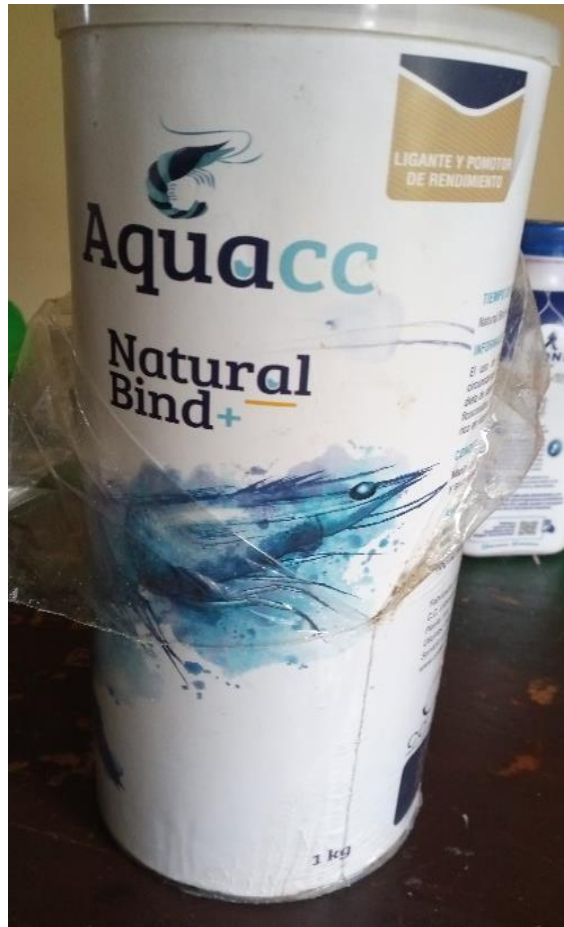
## ÁREA DE INVESTIGACIÓN



Fuente: (Google Maps, 2023)



# METODOLOGÍA



Ligante  
6,25g/100ml

## ELABORACIÓN DE LAS DIETAS BALANCEADAS



T1 (B)



T2 (O)



T3 (OB)



T4 (A)



T5 (AB)



T6 (AO)

Balanceado + harina de especias

## FASE DE CAMPO

### Medición de parámetros morfométricos

Los datos de los parámetros morfométricos (peso corporal, longitud total y ancho) fueron registrados desde el día 20 de abril hasta el 29 de junio del 2022.



# METODOLOGÍA

## FASE DE LABORATORIO



Centrifugado de las muestras sanguíneas 3500 rpm durante 10 minutos



Cámara de Neubauer

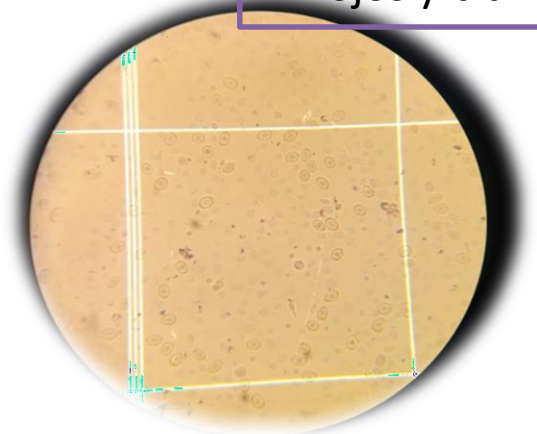
Conteo de glóbulos rojos y blancos



Cuantificación del hematocrito



Espectrofotómetro  
Cuantificación de la glucosa, proteína y albumina

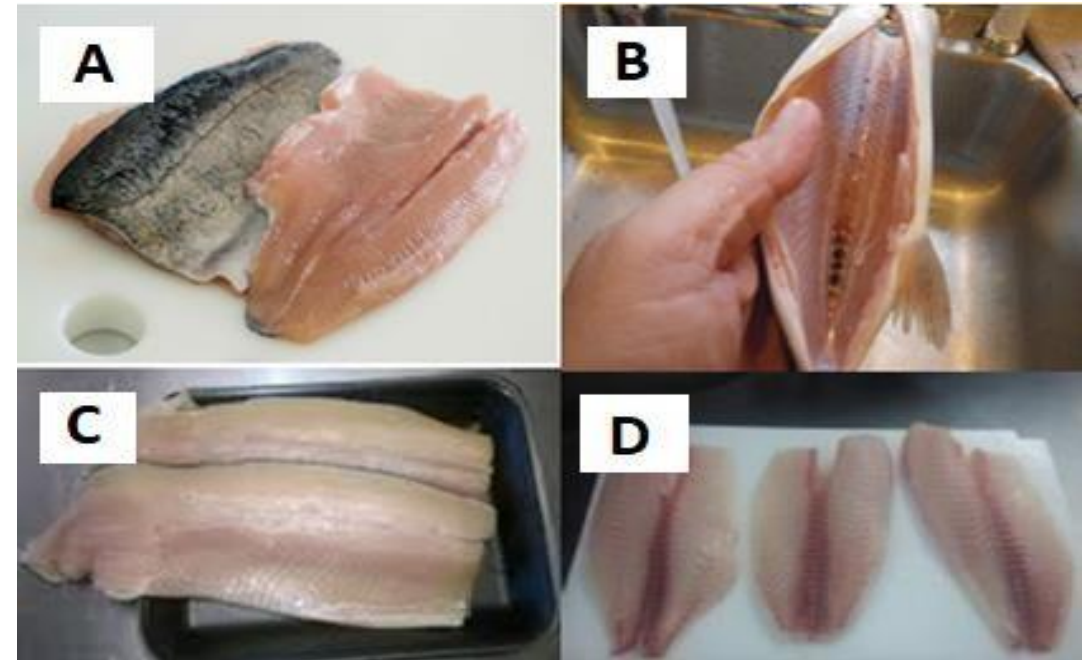


# METODOLOGÍA



- A los 80 días se procedió al faenamamiento de los peces sometidos a los distintos tratamientos, con la finalidad de conocer sus cualidades sensoriales como: olor, color sabor y textura.

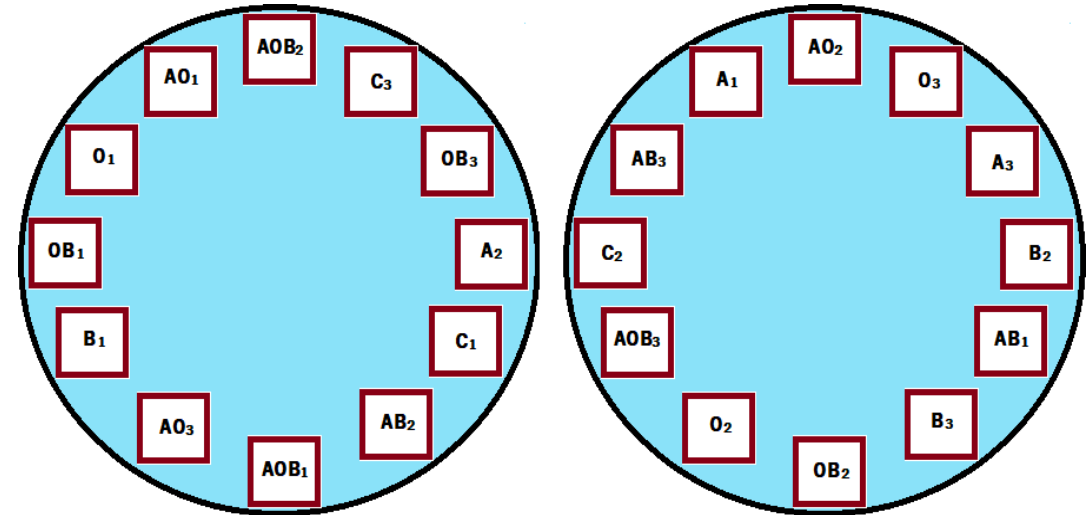
- Para determinar las características organolépticas del filete de trucha, se procedió a realizar una degustación con un conjunto de panelistas que brindaron su juicio de valor de los distintos tratamientos.



# METODOLOGÍA

## DISEÑO EXPERIMENTAL

Tratamiento	Descripción	Código
T0	Alimento balanceado	C
T1	1000g Alimento balanceado + 60g de harina de ajo	A
T2	1000g Alimento balanceado + 60g de harina de orégano	O
T3	1000g Alimento balanceado + 60g de harina de albahaca	B
T4	1000g Alimento balanceado + 60g de harina de ajo + 60g de harina de orégano	AO
T5	1000g Alimento balanceado + 60g de harina de ajo + 60g de harina de albahaca	AB
T6	1000g Alimento balanceado + 60g de harina de orégano + 60g de harina de albahaca	OB
T7	1000g Alimento balanceado + 60g de harina de ajo + 60g de harina de orégano + 60g de harina de albahaca	AOB



Jaulas de acero inoxidable de 1m3





# METODOLOGÍA

## DISEÑO EXPERIMENTAL

### Modelo Matemático

El modelo matemático que se siguió fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + e \text{ (Rep/ } \tau_i)$$

Donde:

- $Y_{ij}$ = Características morfométricas, productivas, hematológicas y organolépticas
- $\mu$ = Media muestral
- $\tau_i$ = Efecto de las especias
- $\beta_j$ = Efecto de los bloques
- $e$ = Error de la muestra

### Análisis estadístico

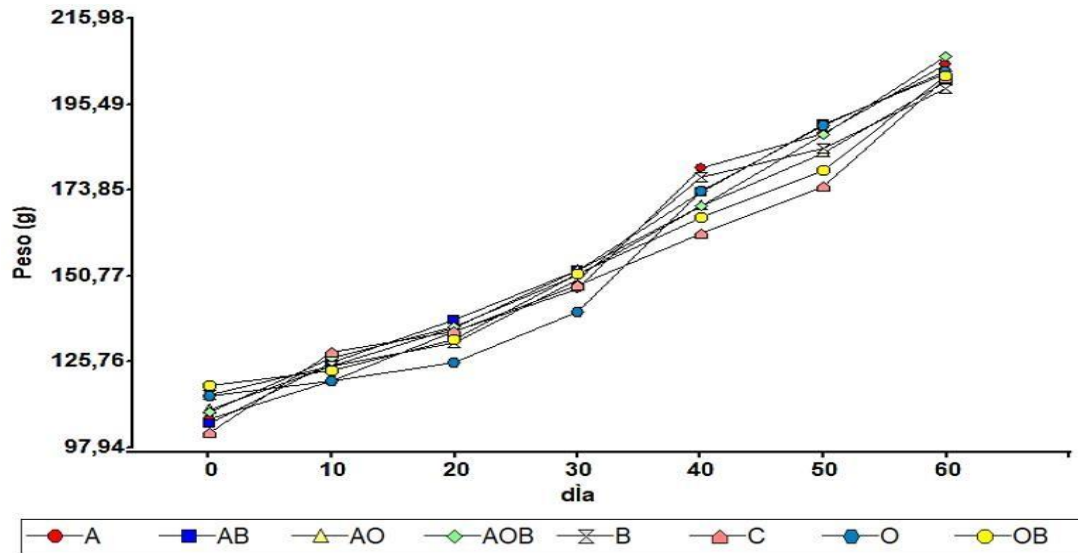
- Supuestos de normalidad y homocedasticidad.
- Tukey y Test de Friedman 5%



# RESULTADOS

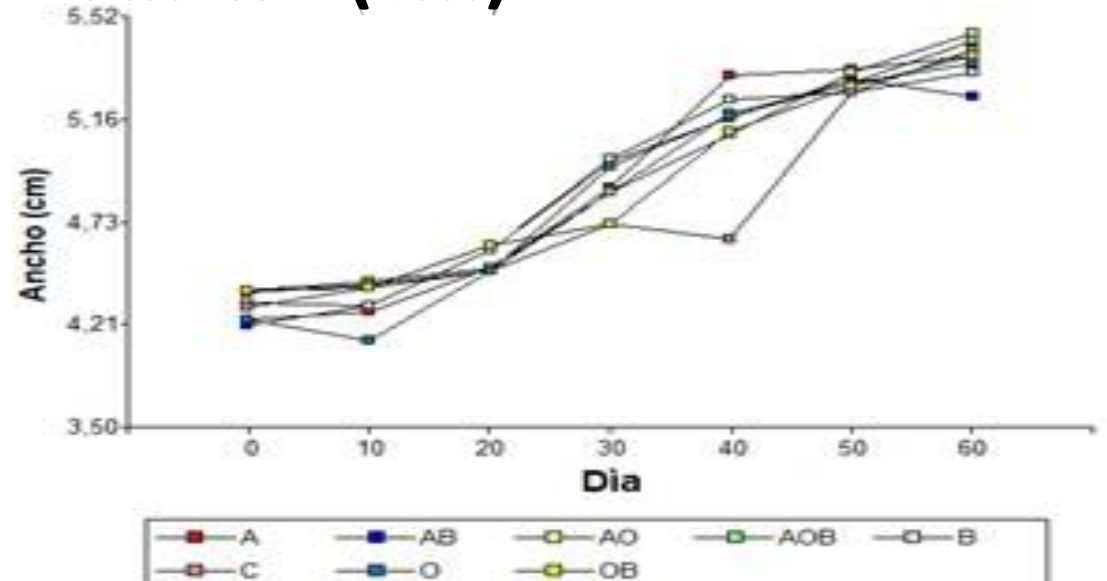
## VARIABLES MEDIDAS

### Peso (g)



Talpur & Ikhwanuddin (2012), la combinación de especias presenta un efecto sinérgico en la variable peso, dado que, el ajo, orégano y albahaca disponen de minerales, vitaminas y aceites esenciales que contribuyen a mejorar la nutrición y absorción de nutrientes, dando como resultado un aumento en el peso vivo de los peces.

### Ancho (cm)

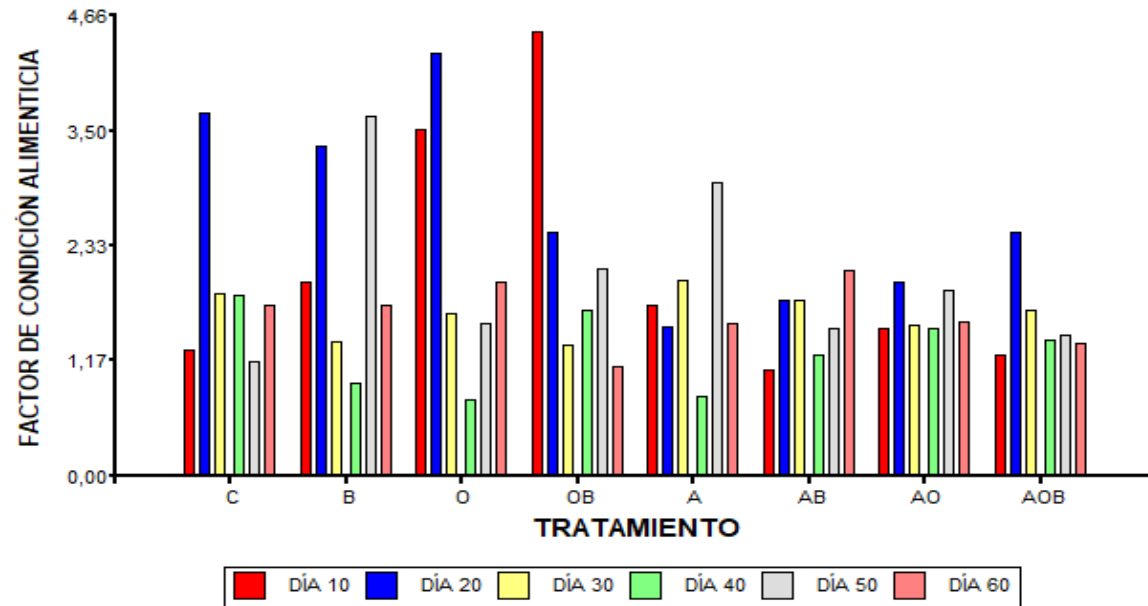


Skandamis & Nychas (2001), el contenido de polisacáridos presentes en el orégano actúan como prebiótico en la flora intestinal, mejorando la digestión y asimilación de nutrientes y por consiguiente mejora la masa corporal

# RESULTADOS

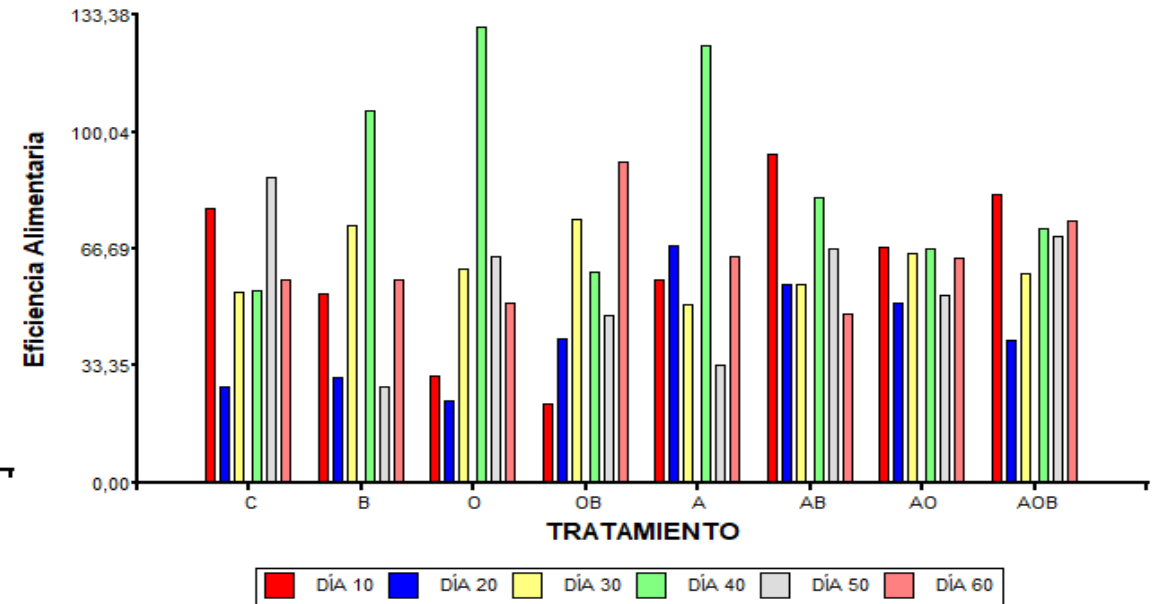
## Variables productivas

### Factor de conversión alimenticia



El uso de especias vegetales impactan en la riqueza de la microbiota intestinal, ya que actúan directamente como un prebiótico al ser ingeridas, debido a la presencia de carbohidratos no digeribles por las truchas como celulosa, hemicelulosa y distintos polisacáridos presentes en la estructura de estas especies vegetales (ajo, orégano y albahaca).

### Eficiencia alimentaria



La flora intestinal actúa directamente sobre el estado fisiológico del pez, mejorando positivamente las variables productivas como ganancia de peso, factor de condición alimenticia, además el ajo presenta en su composición la alinina que actúa directamente en el estado sanitario en trucha arcoiris, Gabriel *et al.* (2021).

# Tasa de supervivencia y mortalidad (%)

TRATAMIENTO	Mortalidad (%)	Supervivencia (%)
C	21,33	78,67
A		
<b>B</b>		
O		
OB		
A		
AB		
AO		
<b>AOB</b>	<b>22,67</b>	<b>77,33</b>

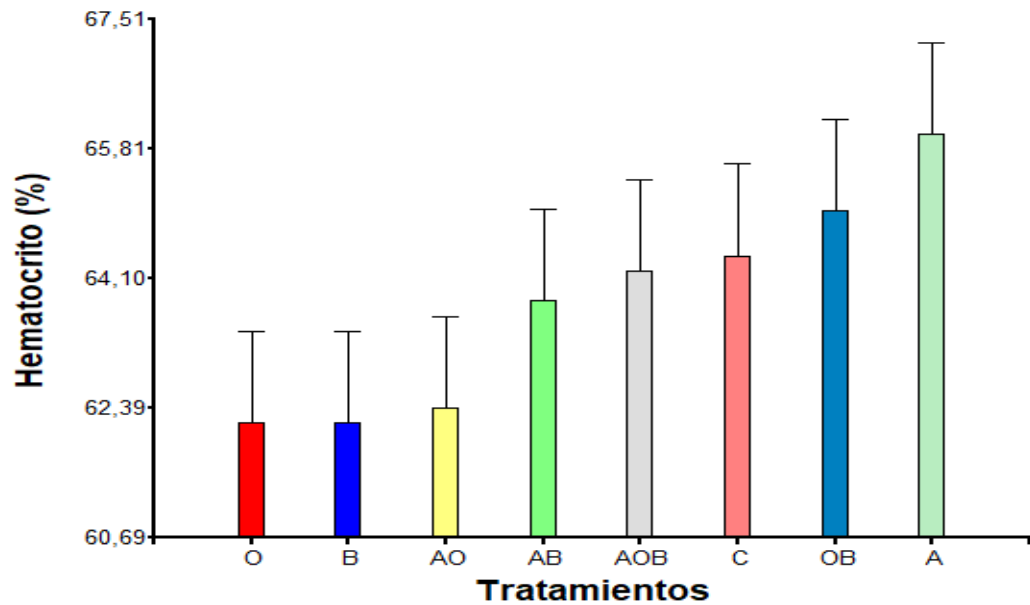


...ón: antioxidante y antimicrobianas; siendo el linalool una de las moléculas más importantes, y en combinación con la piridoxina actúan en la activación de linfocitos T. , estimulan la fagocitosis y producción de anticuerpos, Abreu *et al.* (2021).

# RESULTADOS

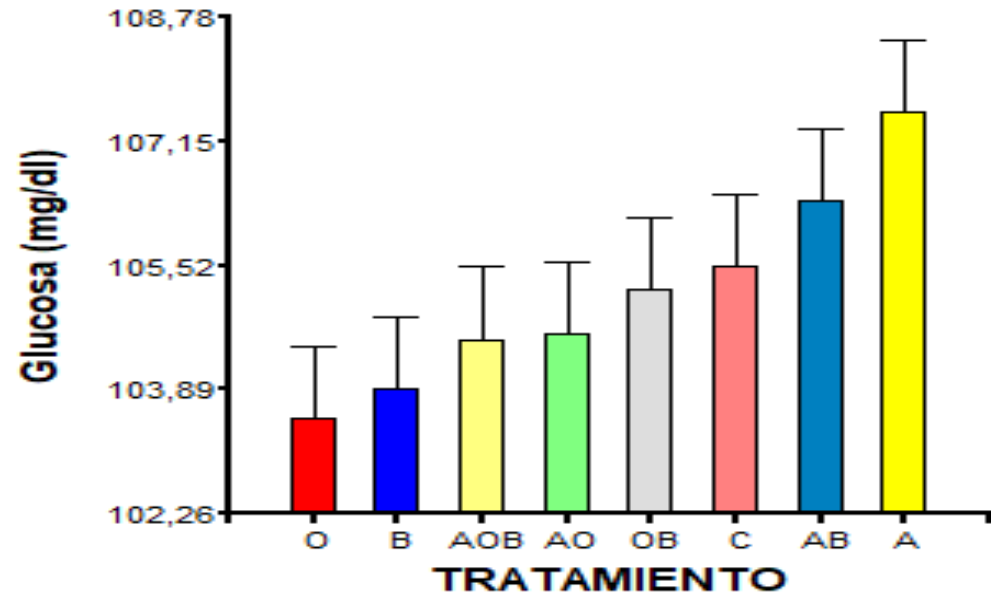
## Variables Hematológicas

### Hematocrito (%)



Las muestras de sangre de los peces del tratamiento A, mostraron un porcentaje de hematocrito mayor con un valor de  $66 \pm 2,12$  ( $F= 50,63$ ;  $p<0,0126$ ), debido a que el ajo contiene hierro, el cual, mejora la formación de glóbulos rojos, mejorando el porcentaje de hematocrito, Bermúdez *et al.* (2021).

## Glucosa (mg/dL)

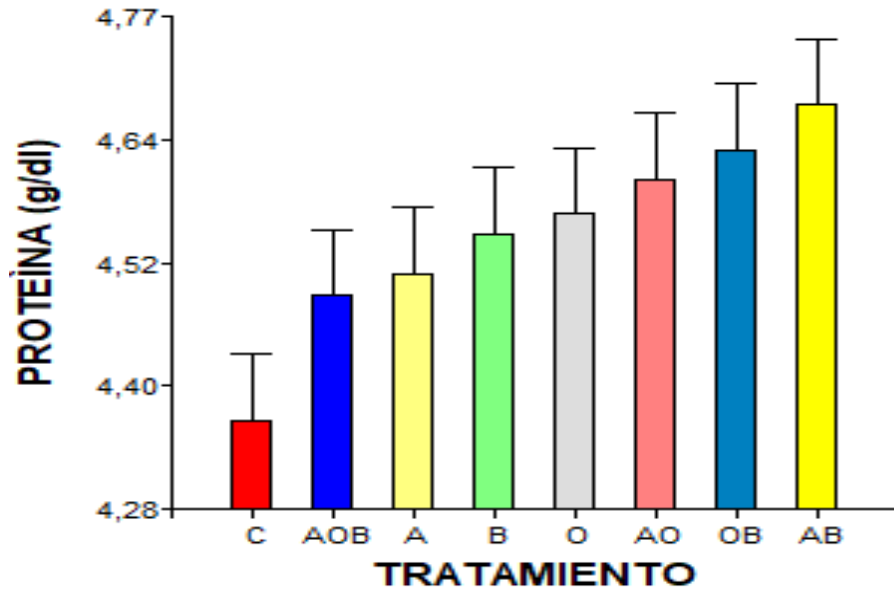


La inclusión de A y AB en dietas balanceadas obtuvo una concentración de glucosa promedio de  $107,54 \text{ mg.dL}^{-1}$  y  $106,37 \text{ mg.dL}^{-1}$  respectivamente, estos valores pueden deberse a la alta actividad enzimática de las bacterias del tracto digestivo que degradan el glucógeno, Rodríguez (2016).

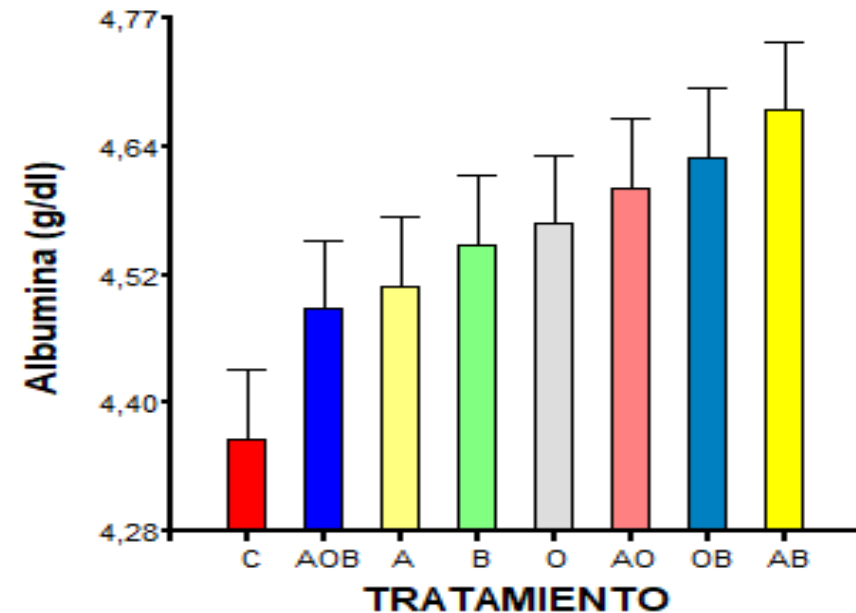
## RESULTADOS

### Variables Hematológicas

#### Proteína (g.dL<sup>-1</sup>)

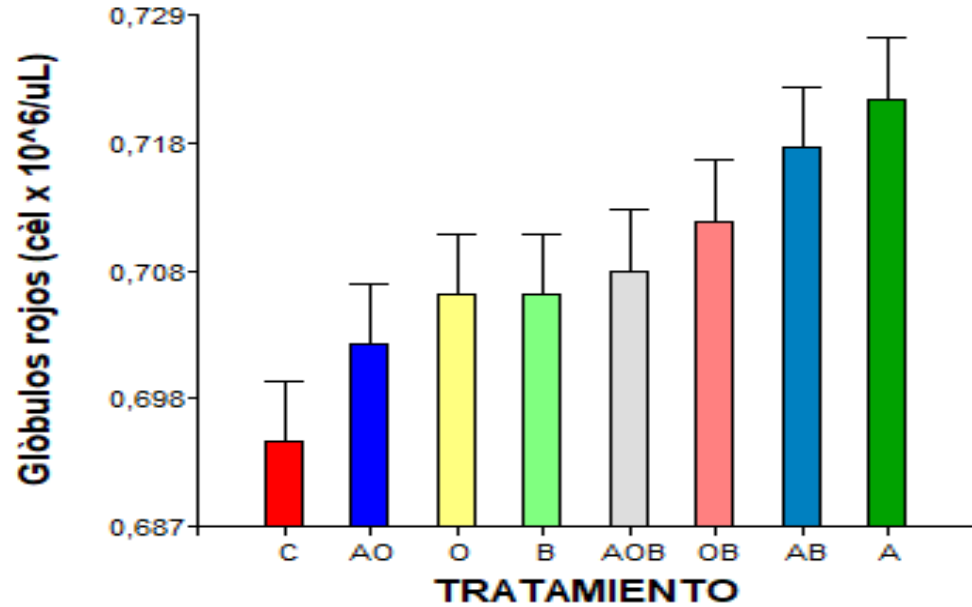


#### Albumina (g.dL<sup>-1</sup>)



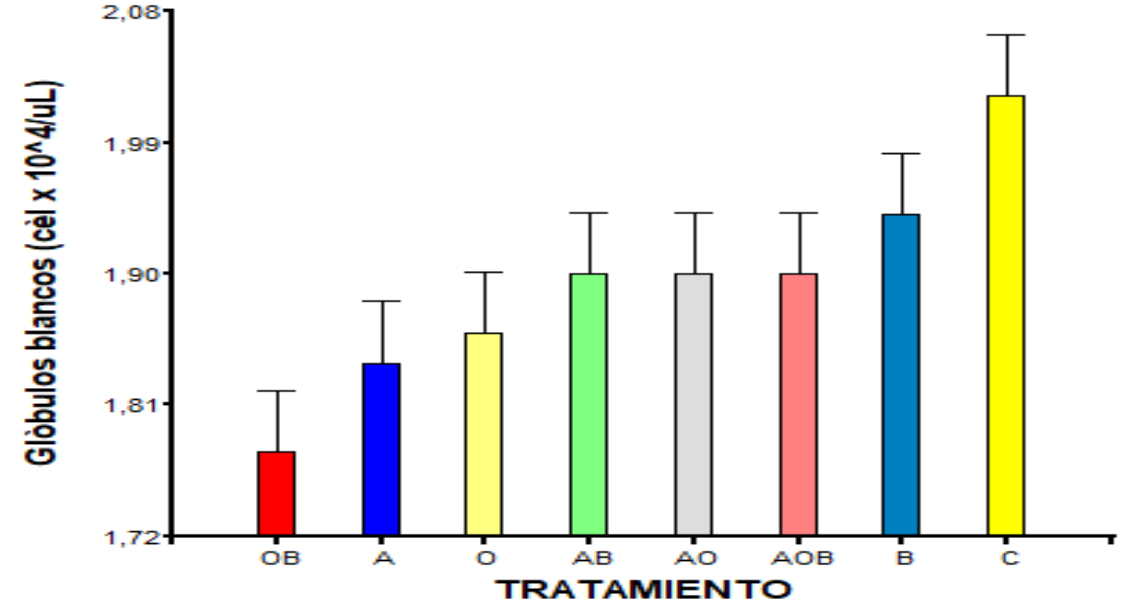
Según el estudio de, Buenaño (2010) el contenido de proteína total en sangre se mantuvo dentro de los parámetros normales. Los peces sometidos a la dieta (AB) presentaron el mayor contenido de proteína en sangre (4,68 g.dL<sup>-1</sup>). En los peces alimentados solo con albahaca (B) se notó un aumento de la concentración de albúmina (1,466 g.dL<sup>-1</sup>), dicho aumento es sinónimo de problemas hepáticos, problemas en los procesos de coagulación de la sangre y aumento de infecciones en el organismo, Öz *et al.* (2017).

## Glóbulos Rojos (cél x 10<sup>6</sup>.uL<sup>-1</sup>)



En el estudio de *Oncorhynchus mykiss* alimentadas con ajo y aloe vera al 1% se evidenció una mayor concentración de glóbulos rojos 2,1 RBC (cél x 10<sup>12</sup>.uL<sup>-1</sup>) a diferencia del tratamiento control. Los resultados del presente estudio muestran que los peces alimentados con el tratamiento A con un valor de  $0,722 \pm 0,008$  (cél x 10<sup>6</sup>.uL<sup>-1</sup>).

## Glóbulos Blancos (cél x 10<sup>4</sup>.uL<sup>-1</sup>)



Además, los peces alimentados con el tratamiento OB presentaron los niveles más bajos de glóbulos blancos, debido a que ambas especies vegetales presentes metabolitos secundarios que actúan como antifúngicos y antibacterial. Esta es una indicación de que existen algunos beneficios al combinar extractos de hierbas en alimentos para peces, Öz *et al.* (2017)

# RESULTADOS

## Características organolépticas

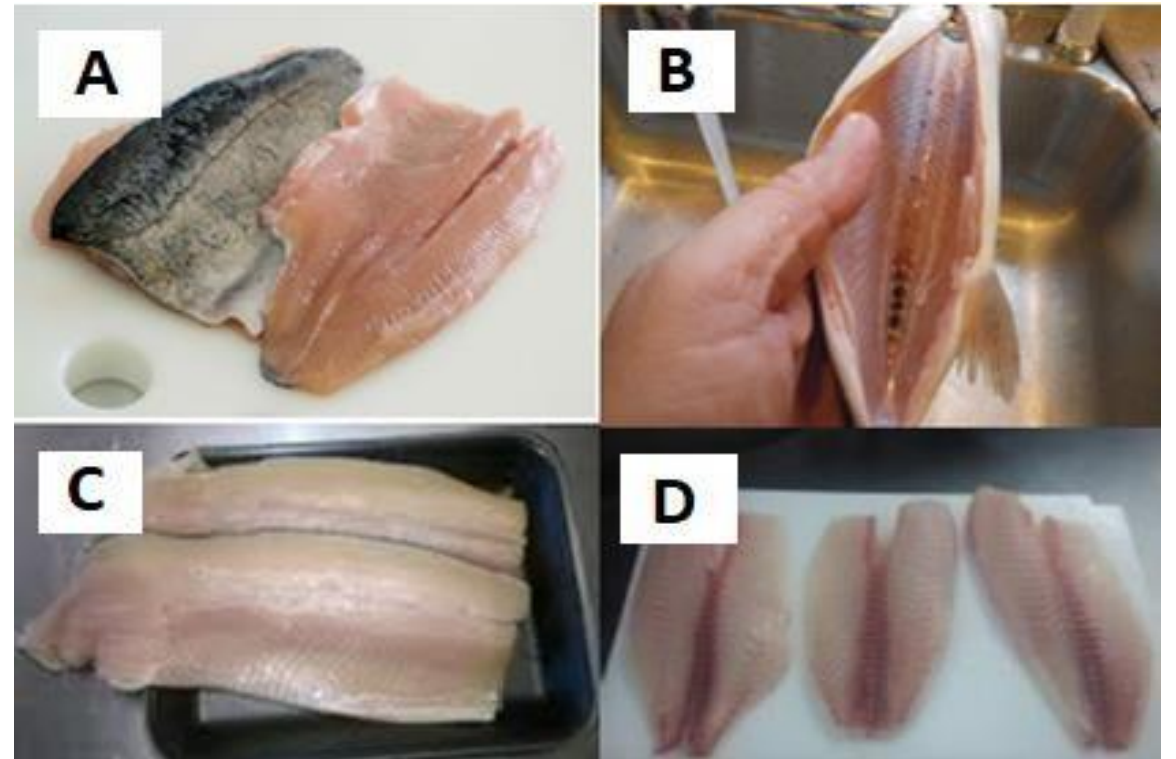
Variable	N	T0 (C)	T1 (B)	T2 (O)	T3 (OB)	T4 (A)	T5 (AB)	T6 (AO)	T7 (AOB)
Color	14	3,46 <sup>a</sup>	3,54 <sup>abc</sup>	4 <sup>ab</sup>	4,21 <sup>abcde</sup>	3,5 <sup>abcd</sup>	6,86 <sup>abcdef</sup>	4,82 <sup>g</sup>	5,61 <sup>fg</sup>
Olor	14	1,46 <sup>a</sup>	4,46 <sup>c</sup>	2,93 <sup>b</sup>	5,21 <sup>cde</sup>	4,61 <sup>cd</sup>	5,86 <sup>cde</sup>	6,11 <sup>e</sup>	5,36 <sup>de</sup>
Sabor	14	1,64 <sup>a</sup>	4,61 <sup>c</sup>	2,43 <sup>ab</sup>	5,82 <sup>cde</sup>	4,43 <sup>cd</sup>	4,57 <sup>f</sup>	6,57 <sup>f</sup>	5,93 <sup>f</sup>
Textura	14	1,68 <sup>a</sup>	4,04 <sup>bc</sup>	4,75 <sup>b</sup>	4,75 <sup>bcd</sup>	4,79 <sup>bcd</sup>	4,43 <sup>bcd</sup>	5,61 <sup>d</sup>	5,96 <sup>cd</sup>

Se obtuvo un valor de aceptación mayor en *Oncorhynchus mykiss* alimentadas con el tratamiento AO con un valor de aceptación del 6,57, siendo este el que presentó un sabor moderadamente perceptible a especias, agradable; a comparación de los peces alimentados con el tratamiento control que presentaron un sabor imperceptible a especias, pero agradable al catador. Estos datos se corroboran en el análisis sensorial con valor de aceptación del sabor del 7,2 en un estudio evaluado en *Oncorhynchus mykiss* donde se suministró dietas balanceadas al 1,5 y 0,5% extracto y nanopartículas de romero respectivamente, a diferencia del control que presentó un valor de 4 en cuanto a sabor, Rezanejad *et al.* (2019).



## Figura

*Degustación y color del filete de la trucha.*



*Nota.* En la Figura A) Tratamiento AB, B) Tratamiento AOB, C) Tratamiento AO y D) Tratamiento C, A y B.

# CONCLUSIONES

- El estudio demostró que la combinación de *Allium Sativum*, *Origanum majorana* y *Ocimum basilicum*, mostraron efectos beneficiosos sinérgicos sobre la ganancia de peso, factor de condición corporal, eficiencia alimentaria, tasa de supervivencia y mortalidad. Los resultados de supervivencia se encuentran relacionados con el sistema inmunitario en los grupos alimentados con albahaca, atribuyéndose a los mismos los principios activos de la albahaca como insecticida, nematocida, antifúngicos y antibacterial.
- El estado sanitario al combinar *Allium Sativum*, *Origanum majorana* y *Ocimum basilicum*, en la alimentación de trucha arcoíris en fase de engorde 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. Además, el tratamiento AB el cual presentó un color moderadamente rojo a comparación del testigo, sin embargo, el tratamiento AO con un valor de aceptación mayor, siendo este el que presentó un sabor moderadamente perceptible a especias y muy agradable para el panelista.

# RECOMENDACIONES

- Comprobar el efecto de la inclusión de especias con dosis mayores al 6%, debido a que dosis menores en diferentes estudios han tenido un efecto casi nulo en las características organolépticas del filete de trucha.
- 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 la inclusión de especias influye en un daño hepático.

# ***GRACIAS***

