



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Efecto de la inclusión de antocianinas provenientes del extracto de maíz morado (*Zea Mays L*) en el cultivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en el subtrópico occidental ecuatoriano

Villavicencio Bastidas, Juan Manuel

Departamento de Ciencias de la Vida y 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.

30 de enero de 2023



Justificación

Color del filete



La producción de Tilapia roja híbrida (*Oreochromis* sp) ha aumentado en el Ecuador, por su tonalidad de filete.

La tonalidad del filete puede variar cuando la temperatura ambiental disminuye, Wang et al. (2019).

Los balanceados contienen colorantes artificiales que pueden ser perjudiciales para la salud, Ccaccya (2020).

Las antocianinas mejoran la tonalidad del filete.

Explotación de recursos acuáticos



El crecimiento de la acuicultura ha promovido el uso excesivo de antibióticos generando efectos negativos, Lizárraga et al. (2018).

Se ha generado un interés en el uso de extractos de plantas aprovechando sus metabolitos secundarios y sus propiedades antioxidantes e inmunoestimulantes, Bulfon et al. (2015).

El uso de productos naturales se ha intensificado en la acuicultura con el fin de promover el bienestar animal.



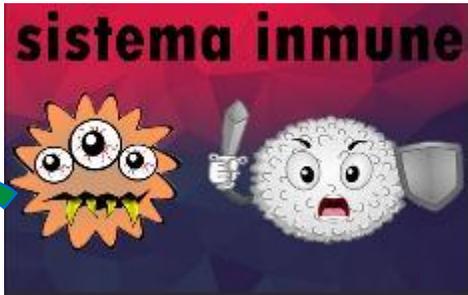
Producción de Fertilizantes

En el país no se ha evidenciado el uso de antocianinas provenientes del maíz morado como inmunoestimulador y antioxidante.



Sistema inmune

Es un mecanismo de defensa celular y humoral. En la tilapia se encuentra bien desarrollado



Sin embargo existen factores intrínsecos o inherentes como la edad, el clima y calidad del agua que pueden repercutir negativamente.

El sistema inmune se divide en dos tipos: sistema de defensa innato y sistema inmune adquirido.

El primero lo poseen todos los seres vivos desde el nacimiento, está formado por componentes celulares y humorales, mientras que el segundo involucra la producción de anticuerpos, Olabuenaga (2000).

Inmunoestimulantes

Los inmunoestimulantes son sustancias que activan el sistema inmunológico.

Tipos: Específicos (vacunas) y no específicos (sin especificidad antigénica).



Las vacunas se utilizan para estimular la respuesta inmunitaria protectora a patógenos específicos. Los inmunoestimulantes aumentan la resistencia a las enfermedades mediante un incremento en los mecanismos de defensa Barragán (2004).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión de antocianinas provenientes del extracto de maíz morado (*Zea mays L*) en juveniles de Tilapia roja (*Oreochromis sp*), bajo diferentes densidades de carga animal.

Objetivos específicos

Evaluar el efecto de tres dosis de antocianinas procedentes del extracto de maíz morado sobre los parámetros morfométricos de la Tilapia roja bajo diferentes densidades de carga animal.

Analizar el efecto de tres dosis de antocianinas procedentes del extracto de maíz morado sobre los parámetros productivos de la Tilapia roja con diferentes densidades de carga animal.

Valorar el bienestar animal a través del perfil hematológico de la Tilapia roja expuesta a tres dosis de antocianinas procedentes del extracto de maíz morado bajo diferentes densidades de carga animal.

Hipótesis

Hipótesis alternativa

La inclusión de antocianinas provenientes del extracto de maíz morado en la dieta de juveniles de Tilapia roja, con diferente carga animal, mejora el peso, el crecimiento específico y reduce los niveles de estrés.

Hipótesis nula

La inclusión de antocianinas provenientes del extracto de maíz morado en la dieta de juveniles de Tilapia roja, con diferente carga animal, no mejora el peso, el crecimiento específico, ni reduce los niveles de estrés.

Revisión de Literatura

Tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

La Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es de origen africano, fue consumida por los egipcios hace más de 4 mil años.

La Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*) es un tetra híbrido producto de un cruce entre cuatro especies: una de origen israelí y tres de origen africano, Hurtado (2016).



En 1940 y 1950 (*Oreochromis mossambicus*) fue distribuida por todo el mundo llegando al Ecuador en 1965, Crespi & New (2009).

La tilapia roja (*Oreochromis sp.*) fue introducida al Ecuador en las regiones tropicales y subtropicales a mediados de 1990, Jácome et al. (2019).

Las poblaciones monosexuales permiten conservar la energía de los machos, potenciando su crecimiento y evitando el desperdicio de esta en la reproducción, Sayed et al. (2016).

Maíz (*Zea mays*)



El cultivo de maíz (*Zea mays*) es uno de los más representativos de la zona andina, su producción se enfoca más en el cultivo de maíz amarillo, evitando el uso del maíz morado por sus bajos rendimientos y la falta de semillas certificadas, Borja & Caviedes (2013).

El estrés es una reacción generada por alteraciones de las condiciones normales, Pineda (2018).



Maíz morado (*Zea mays L*)



Presencia de antocianinas que se encuentran en el pericarpio que recubre al grano, presentando funciones antioxidantes e inmunoestimulantes, Yáñez et al. (2016).



Polifenoles



Las características de los compuestos fenólicos varían dependiendo de la planta o del fruto del cual se los obtenga y del genotipo, especie y condiciones ambientales, Valencia et al. (2017).

Se obtienen de los metabolitos secundarios de plantas y tiene propiedades antioxidantes, Olivares (2019).

Antocianinas



Los pigmentos rojos, violetas y azules que se encuentran en las plantas, vegetales y cereales, se acumulan en las vacuolas de la célula, Garzón (2008).

Usos: farmacológicos y terapéuticos por sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiinflamatorias e inmunoestimulantes, Garzón (2008).

Antocianinas en el Maíz Morado



Las antocianinas se encuentran principalmente en el pericarpio del maíz morado, en este existen 10 veces más antocianinas que en otras plantas y un 10% más que en las otras partes del maíz morado Guillén et al. (2014).

El maíz morado está compuesto por polifenoles, conformado principalmente por flavonoides siendo los más representativos las antocianinas y glúcidos de las antocianidinas, Rabanal & Medina (2021).

El maíz morado es un antioxidante que permite eliminar los reactivos del oxígeno como el superóxido, el peróxido de hidrógeno y el radical hidroxilo, que afectan a las biomoléculas de las células vivas, Khamphan et al. (2018).



Metodología de Investigación

La investigación se realizó en tres fases:

1.- Extracción y cuantificación de antocianinas en el laboratorio de suelos.



Fuente: Google Maps (2023)

2.- El cultivo de Tilapia se realizó en el Centro Piscícola Nanegal ubicado en el noroccidente de la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Nanegal, vía Nanegalito.



Fuente: Google Maps (2023)

3.- Exámenes Hematológicos e Histológicos

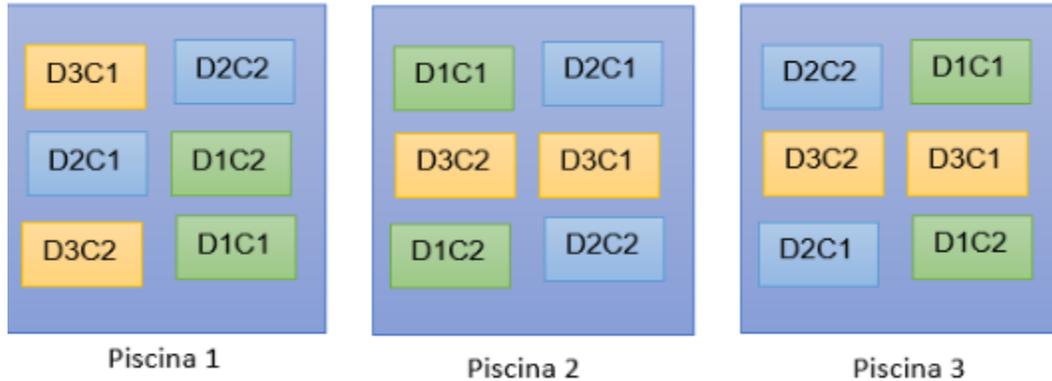


Fuente: Google Maps (2023)

DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño en bloques completamente al Azar con tres repeticiones

Croquis Experimental



$$Y_{ijk} = \mu + B_i + D_i + C_j + DC_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta de la ijk -ésima unidad experimental.

μ = Media general de la variable.

B_i = Efecto del i -ésimo bloque.

D_i = Efecto de la i -ésimo nivel del factor A sobre la variable de respuesta.

C_j = Efecto de la j -ésimo nivel del factor B sobre la variable de respuesta.

DC_{ij} = Efecto de la interacción entre el factor A y B sobre la variable de respuesta.

e_{ijk} = Error experimental asociado a la ijk -ésima unidad experimental.

Tratamiento	Descripción	Código
T1	Adición de 0% de antocianinas, carga 30 Tilapias	D1C1
T2	Adición de 0% de antocianinas, carga 45 Tilapias	D1C2
T3	Adición de 3% de antocianinas, carga 30 Tilapias	D2C1
T4	Adición de 3% de antocianinas, carga 45 Tilapias	D2C2
T5	Adición de 5% de antocianinas, carga 30 Tilapias	D3C1
T6	Adición de 5% de antocianinas, carga 45 Tilapias	D3C2

Extracción de Antocianinas

Se pesaron 100 g de maíz morado molido
Se colocaron en 800 ml de etanol al 20 %



Se colocó en un calentador con agitador a 50°C, 60 min y posteriormente se filtró.



Se secó en la estufa a 70°C durante 48 horas.



Se colocó en el Molino ultra centrifuga para obtener partículas de 1mm.



Cuantificación de Antocianinas

Método de pH diferencial o también conocido como método espectrofotométrico.

Buffer de pH1

3.35g de Cloruro de potasio en 100mL Agua destilada



HCL Ácido Clorhídrico

Buffer de pH 4,5

0,19g de Acetato de sodio en 100 mL de Agua destilada



1 g de antocianinas en 9 mL de solución buffer de pH 1 y 4,5



Se midió la absorbancia en el espectrofotómetro (510 y 700nm)



$$C_A(mg/L) = \frac{[(A_{510} - A_{700})pH1 - (A_{510} - A_{700})pH4.5] \cdot PW \cdot FD \cdot 1000}{\epsilon \cdot l}$$



Bioensayo de toxicidad de antocianinas en *artemia salina*

Eclosión de nauplios
Medio salino:
1L de agua, 25 g de sal, 1 g de artemia salina



Solución madre
800 ppm: 80 mg de AC
en 8mL de agua.
Disoluciones: 0, 50, 100,
200, 400, 800, 1600,
2400, 3000 ppm.



Transcurridas 24 horas se analizó la mortalidad con un estereomicroscopio



$$\%mortalidad = \left(\frac{\text{\#numero de nauplios muertos}}{\text{nauplios iniciales}} \right) \times 100$$

Preparación de tratamientos

Se disolvieron
3 g de
MEGAPELLETB
en 300 mL de
agua



Se pesaron
30 y 50 g de
antocianinas



Las antocianinas
se mezclaron
con 100 mL de
aglutinante y 1kg
de balanceado



Instalación del ensayo

Limpieza
Desinfección
Encalado



El recubrimiento
de las jaulas se
realizó con mallas
de 3x3 mm



Se utilizaron 3 piscinas
de 7x8 m, en cada
piscina se colocaron 6
jaulas de 1 m³



Manejo del cultivo de Tilapia

Se utilizaron 675
Tilapias rojas
híbridas
(*Oreochromis* sp.)



Se tamizó 2 veces
para obtener una
muestra
homogénea.



Se colocaron
225 tilapias en
cada piscina.



Variables a medir

Análisis de nitrito, nitrato y amonio del agua

Nitrito

Amonio

Nitrato



Homogeneización de las muestras

Se colocaron 10 mL en un tubo de ensayo para Nitrito y Amonio. Y 20 mL para Nitrato

Dos cubetas una con la muestra y otra con un blanco para encerrar el espectrofotómetro



Se añadió una tableta de Nitricol, por 10 min.
Se midió a 520 nm



Se colocaron las tabletas #1 y #2 de Amonia del kit Palintest, por 10 min.
Se midió a 640 nm



Se añadió una cucharadita de Nitratest y una tableta de Nitricol por 3 min
Se tomaron 10 ml del sobrenadante
Se colocó una tableta de Nitricol, por 10 min
Se midió a 570 nm



Análisis fisicoquímico del agua

Multiparamétrico
HANNA modelo
HI9829



Se realizó 1
toma al día, en
las 3 piscinas



Evaluación de variables en campo

Mediciones
cada 10 días
durante 90
días



Balanza: peso
corporal.



Ictiómetro:
largo total,
parcial y
ancho



Variables Hematológicas

Toma de muestras y evaluación de variables en laboratorio

Se tomaron 10
muestras por
tratamiento



Se utilizaron
jeringas de
1 mL con
agujas
removibles



Heparina sódica
de 5000 UL/mL



De cada Tilapia
se recolectó
entre 0.4 a 0.6
mL de sangre.



Se colocó en microtubos de 2 mL
previamente rotulados y
esterilizados.
Y se colocaron en un cooler

Albúmina

Kit de Human Albumin liquicolor



Se incubó durante 10 minutos a 37 °C.
Se midió la absorbancia a 500 nm

Blanco: 1mL del reactivo del kit.
Estándar: 1mL del reactivo + 10 µL del estándar.
Muestras: 1mL de reactivo + 10 µL del plasma sanguíneo.

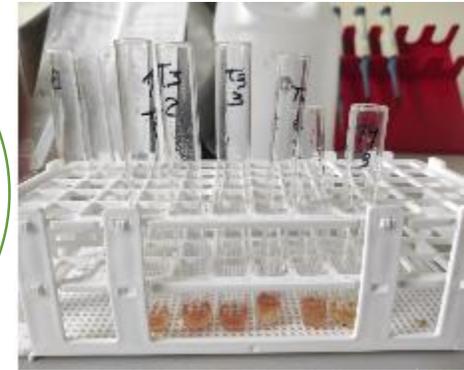
Se enceró con el blanco, después se midió el STD y al final las muestras

$$Alb (g. dL^{-1}) = 4 x \frac{\Delta A_{Muestra}}{\Delta A_{Estándar}}$$

Glucosa

El análisis se realizó con el kit Human Glucose

Se incubó durante 5 minutos a 20 °C
Se midió la absorbancia a 546 nm



$$Gluc (mg. dL^{-1}) = 100 x \frac{\Delta A_{Muestra}}{\Delta A_{Estándar}}$$

Hematocrito



Se centrifugó durante 10 min a 80 rpm.



Transcurridos los 10 min se realizó la lectura con la tabla Criptocaps



Proteínas totales

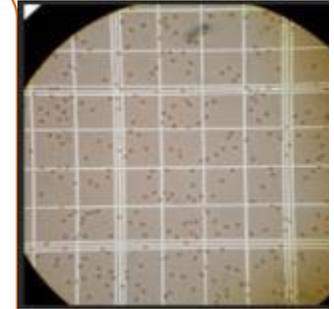
Kit Human Total Protein liquicolor

Blanco: 1mL de reactivo
Muestras: 1mL de reactivo + 20 µL de plasma sanguíneo.
Estándar: 1mL del reactivo + 20 µL del estándar
Se incubó durante 10 min a 20 °C
Se midió la absorbancia a 546 nm

$$PT (g \cdot dL^{-1}) = 8x \frac{\Delta A_{Muestra}}{\Delta A_{Estándar}}$$

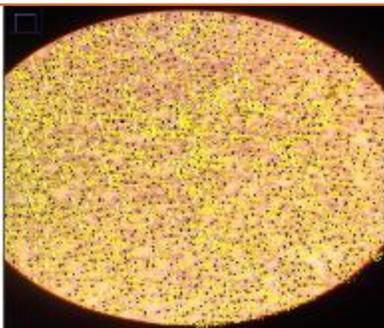
Conteo de glóbulos rojos

Se utilizó la solución de Natt-Herrick y pipetas Thomas
Se añadió 1 gota en la cámara de Neubauer por 5 minutos
Se realizó el recuento en el microscopio con el lente de 40x
E x10000 =cél x 10⁶. µL⁻¹



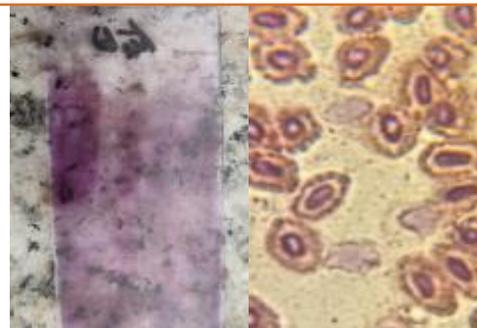
Conteo de glóbulos blancos

10 µL de sangre en 990 µL N-H
Se depositó 10µL en la cámara de Neubauer
El recuento se realizó en los 4 cuadros esquineros con el lente de 40x.
Lx100x(FC 2.5) =cél x 10⁶. µL⁻¹.



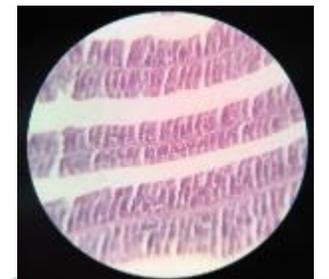
Morfología

Se añadió 1 gota en la cámara de Neubauer
Se dejó reposar durante 5 min
Se llevó al microscopio para realizar el recuento con el lente de 40x



Corte Histológico

Se extrajo la parte anterior del intestino y se conservó con formalina al 10%.
Se realizaron cortes de 7µm y se tiñeron con Hematoxilina – Eosina
Se observó en el microscopio.



Resultados y Discusión

Bioensayo de toxicidad de Antocianinas en Artemia Salina

Clasificación de toxicidad según CYTED

Clasificación de toxicidad según CYTED

Categoría	Nivel de toxicidad	DL50	
I	Extremadamente tóxico	1-50	ug/ml
II	Altamente tóxico	10-100	ug/ml
III	Moderadamente tóxico	100-500	ug/ml
IV	Ligeramente tóxico	500-1000	ug/ml
V	Prácticamente no tóxico	1000-1500	ug/ml
VI	Relativamente inocuo	>1500	ug/ml

Fuente: (Sánchez, 2005)

No se evidenciaron altos porcentajes de mortalidad de artemia, para las diferentes concentraciones probadas.

Se determinó que las antocianinas pertenecen a la categoría toxicológica VI, Sánchez (2005).

Cuantificación de antocianinas

$$C_A(mg/L) = \frac{[(A_{510} - A_{700})pH1 - (A_{510} - A_{700})pH4] * PM * FD * 1000}{\epsilon * l}$$

$$C_A(mg/L) = \frac{[(3.008 - 2.510)pH1 - (2.950 - 2.492)pH4] * 449.2g/mol * 10 * 1000}{26900 * 1}$$

$$C_A \left(\frac{mg}{L} \right) = 6.67$$

La cantidad de antocianinas varía, Hoyos *et al.* (2020).

Rabanal & Medina (2021) los valores de antocianinas varían desde los $28.3 \frac{mg}{L}$ hasta los $46.71 \frac{mg}{L}$ en las variedades peruanas.

Sánchez (2017) afirma que las variedades Ecuatorianas presentan de $5.70 \frac{mg}{L}$ a $8.38 \frac{mg}{L}$

Condiciones fisicoquímicas del agua

Media \pm desviación estándar, mínimo y máximo de los parámetros fisicoquímicos del agua

Parámetro	Parámetros		
	Media \pm D. E	Min	Max
pH	8.21 \pm 0.53	7.01	9.35
Temperatura (°C)	23.72 \pm 1.57	21.03	27.00
Oxígeno (mg*L ⁻¹)	9.00 \pm 0.97	7.03	11.10
Nitritos(mg/L ⁻¹)	0.05 \pm 0.53	0.00	0.23
Nitratos (mg/L ⁻¹)	1.34 \pm 1.16	0.00	4.40
Amonio(mg/L ⁻¹)	0.31 \pm 0.38	0.00	1.30

T óptima de 20 a 30°C, T < 18°C reducen su crecimiento y consumo de alimento, T > 37°C generan problemas de estrés, Guerrero (2004).

pH óptimo 6.5 a 9, pH > generan inapetencia y retardan el crecimiento, pH < generan la muerte por fallas en el sistema respiratorio, Nicovita (2017),

Rango de oxígeno tolerable de 3 a 4 mg/L, Valores > 4.5 mg/L generan un mayor crecimiento, niveles <1 mg/L pueden llegar a ser letales, Patti (2011).

El rango de tolerancia de los nitritos es de 0 a 0.1 mg/L, valores > 0.75 mg/L pueden generar estrés en el pez y > 5 mg/L son tóxicos, Saldaña (2022).

Rodríguez (2009), establece que el nivel de tolerancia de Nitratos es de 1 a 2 mg/L.

Rango de tolerancia del Amonio de 0 a 2 mg/L, > 2 mg/L es sumamente tóxico y más aún cuando el pH y la T se encuentran en niveles elevados, Nicovita (2017).

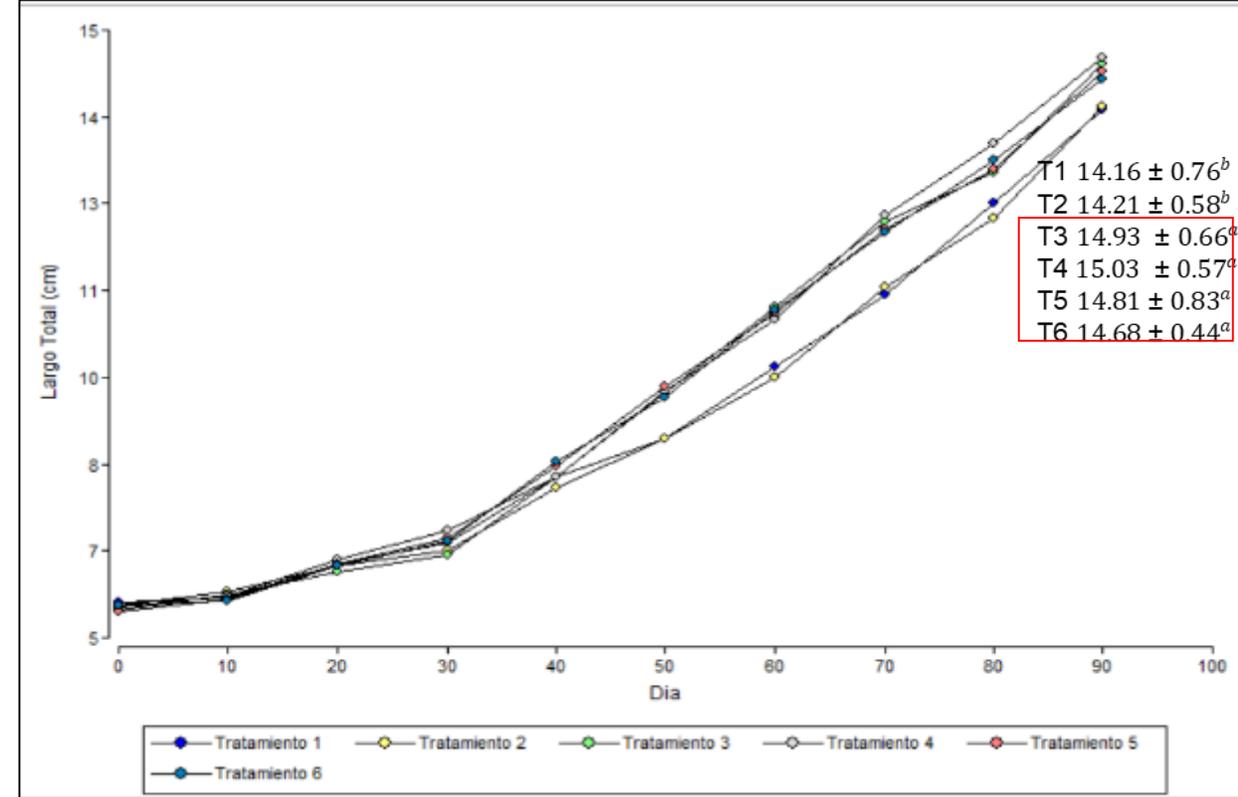
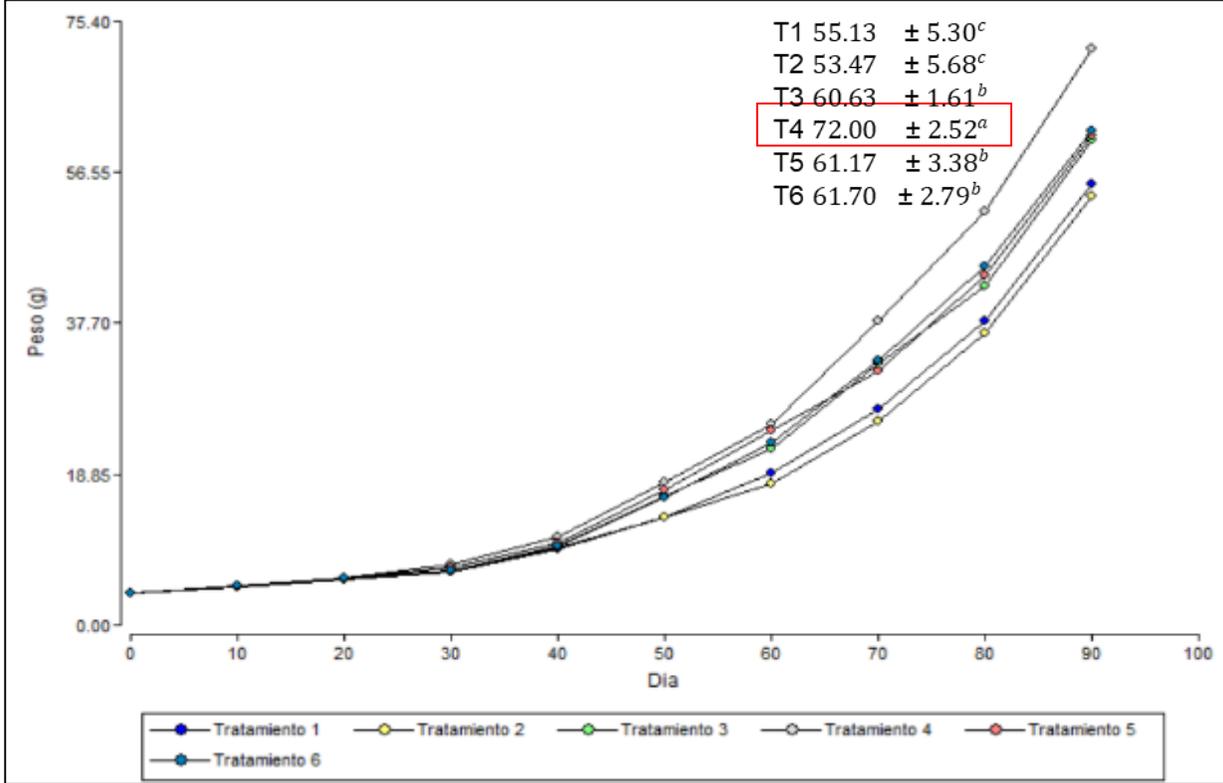
Parámetros Morfométricos

Peso (g)

Media \pm Desviación estándar, F y p-valor del Peso (g)

Largo Total (cm)

Media \pm Desviación estándar, F y p-valor del Largo Total (cm)



Rengifo (2020) Peso de ($39.65 \pm 0.63g$).

Rengifo (2020) Longitud total de ($12.34 \pm 0.28cm$).

Nuñes (2017), En su estudio efecto de 4 densidades, menciona que obtuvo mejores resultados en densidades de 30 peces/m³ siendo su densidad más baja.

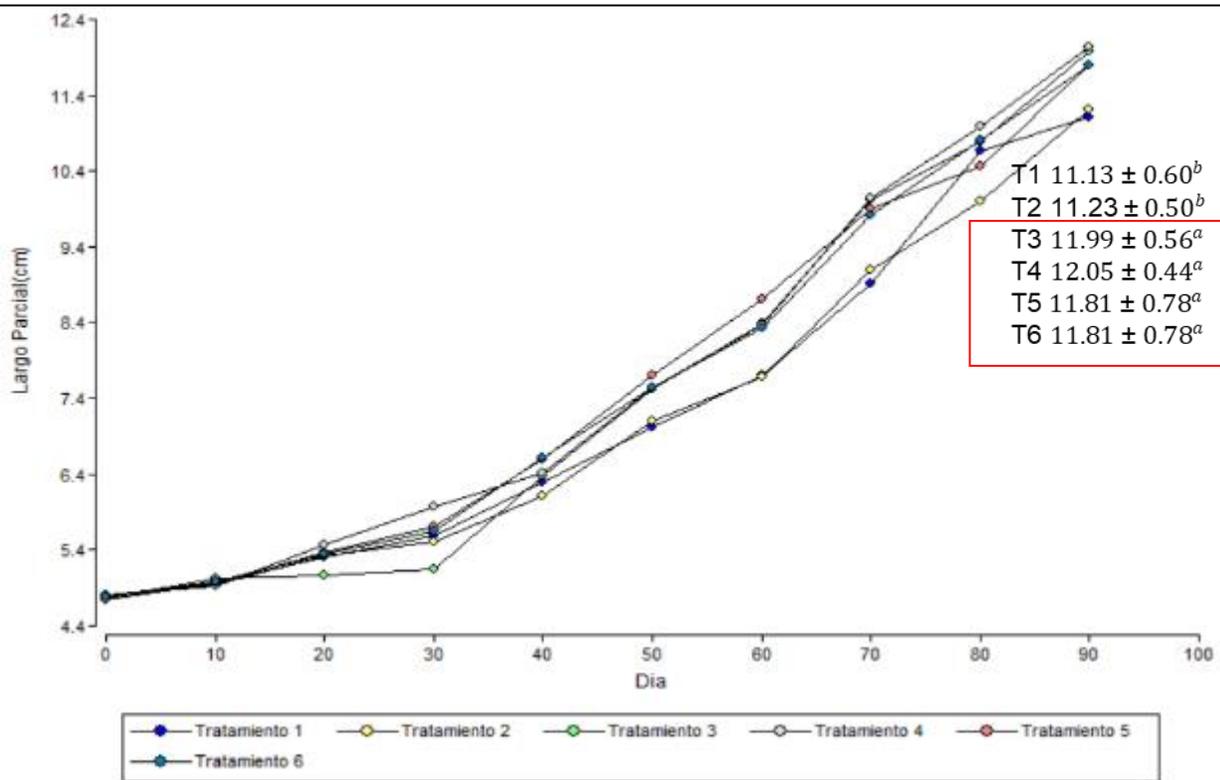
La inclusión de Antocianinas, mejora el sistema inmune y reduce el estrés oxidativo Lizárraga *et al.* (2018).

Fraga *et al.* (2012) determinan que entre < densidad > será la ganancia de peso.

Según Rodríguez (2012) el estrés disminuye la actividad de la enzima tiroidea.

Largo Parcial (cm)

Media \pm Desviación Estándar, F y p-valor del Largo Parcial (cm)



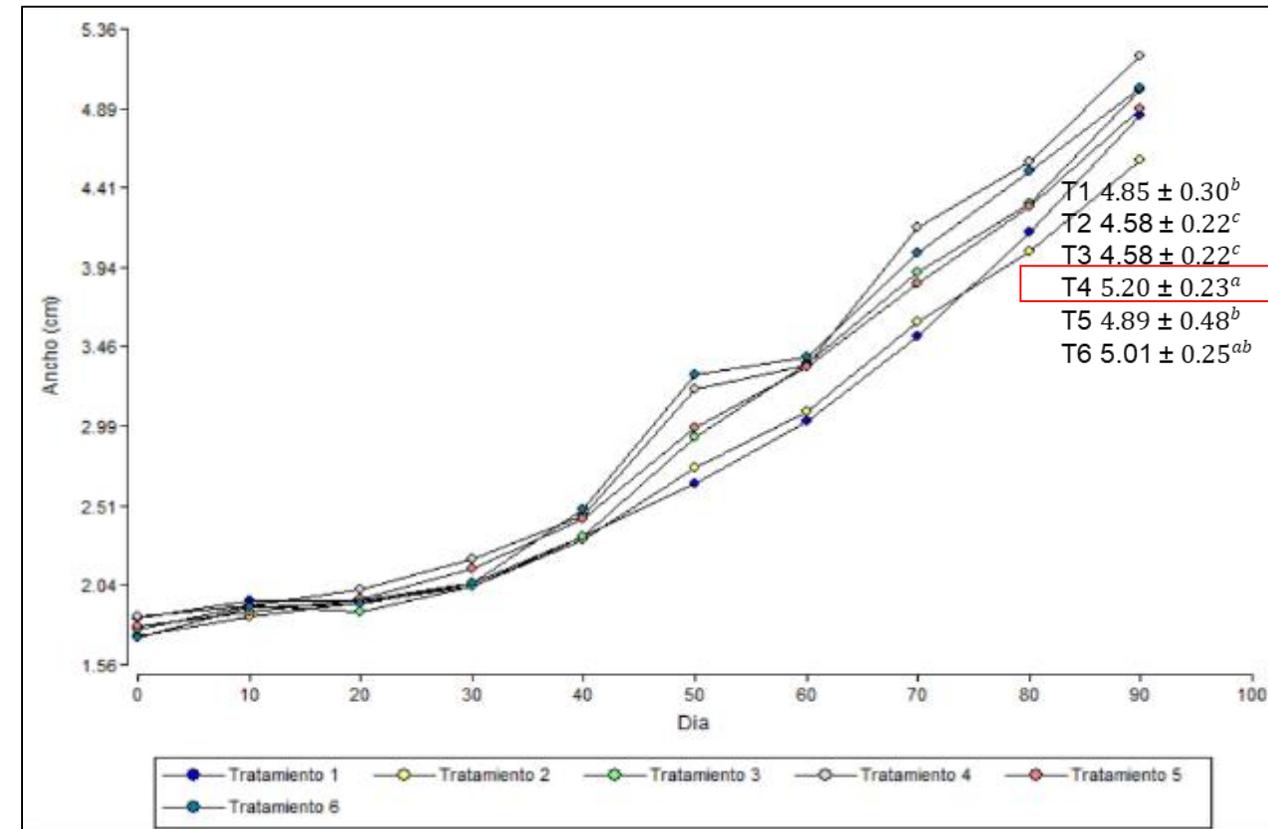
Rengifo (2020) Longitud parcial (9.95 ± 0.21 cm).

La salud es fundamental para mejores rendimientos, la mayor ingesta de alimento y aprovechamiento de nutrientes, Rodríguez (2012).

La carencia de antocianinas genera la aparición de cortisol, afectando la actividad inmunitaria por sus efectos inmunosupresores, reduciendo el correcto desarrollo.

Ancho (cm)

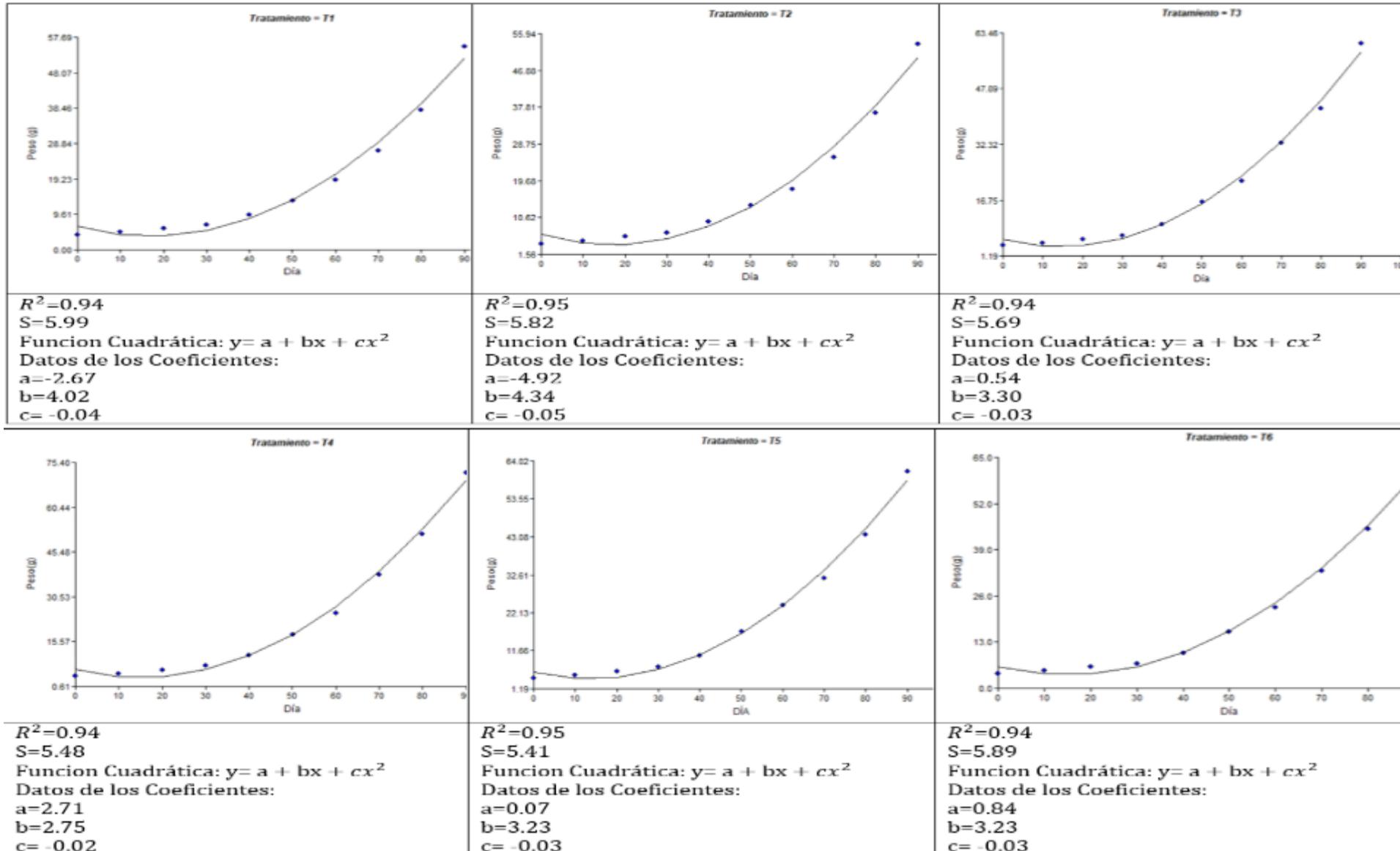
Media \pm Desviación estándar, F y p-valor del Largo Parcial (cm)



Rengifo (2020) ancho de (5.20 ± 0.23 cm)

Luna *et al.* (2017) afirman que es necesario el uso de tecnologías verdes en la producción acuícola para ser más eficientes y más responsables con el medio ambiente.

Regresión lineal de segundo grado en la fase de campo de la variable peso para los diferentes tratamientos.



Londoño & Sánchez (2015) Mencionan que el coeficiente de correlación de Pearson, permite determinar el grado de relación de 2 variables.



Parámetros Productivos

Media ± Desviación Estándar, F y p-valor del FCA

Día	Tratamiento	FCA (g)± D. E	F	P	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6		
10	T1	2.83 ± 0.80 ^a	1.02	0.4072	1.46 ± 0.38 ^b	1.56 ± 0.45 ^b	2.26 ± 0.50 ^b	2.93 ± 0.39 ^a	2.21 ± 0.57 ^b	1.76 ± 0.41 ^c	1.78 ± 0.59 ^c	1.84 ± 0.45 ^c		
	T2	2.59 ± 0.79 ^a			2.26 ± 0.50 ^b	2.93 ± 0.39 ^a	2.21 ± 0.57 ^b	1.76 ± 0.41 ^c	1.78 ± 0.59 ^c	1.84 ± 0.45 ^c				
	T3	2.89 ± 0.77 ^a			2.26 ± 0.50 ^b	2.93 ± 0.39 ^a	2.21 ± 0.57 ^b	1.76 ± 0.41 ^c	1.78 ± 0.59 ^c	1.84 ± 0.45 ^c				
	T4	2.57 ± 0.59 ^a			2.26 ± 0.50 ^b	2.93 ± 0.39 ^a	2.21 ± 0.57 ^b	1.76 ± 0.41 ^c	1.78 ± 0.59 ^c	1.84 ± 0.45 ^c				
	T5	2.75 ± 1.02 ^a			2.26 ± 0.50 ^b	2.93 ± 0.39 ^a	2.21 ± 0.57 ^b	1.76 ± 0.41 ^c	1.78 ± 0.59 ^c	1.84 ± 0.45 ^c				
	T6	2.95 ± 1.14 ^a			2.26 ± 0.50 ^b	2.93 ± 0.39 ^a	2.21 ± 0.57 ^b	1.76 ± 0.41 ^c	1.78 ± 0.59 ^c	1.84 ± 0.45 ^c				
20	T1	3.39 ± 0.76 ^a	0.59	0.7075	2.00 ± 0.52 ^a	1.98 ± 0.41 ^{ab}	1.48 ± 0.50 ^c	1.26 ± 0.45 ^c	2.10 ± 0.57 ^a	1.62 ± 0.62 ^{bc}	1.53 ± 0.57 ^a	1.52 ± 0.51 ^a		
	T2	3.20 ± 0.85 ^a			2.00 ± 0.52 ^a	1.98 ± 0.41 ^{ab}	1.48 ± 0.50 ^c	1.26 ± 0.45 ^c	2.10 ± 0.57 ^a	1.62 ± 0.62 ^{bc}	1.53 ± 0.57 ^a	1.52 ± 0.51 ^a	1.52 ± 0.51 ^a	
	T3	3.10 ± 0.96 ^a			2.00 ± 0.52 ^a	1.98 ± 0.41 ^{ab}	1.48 ± 0.50 ^c	1.26 ± 0.45 ^c	2.10 ± 0.57 ^a	1.62 ± 0.62 ^{bc}	1.53 ± 0.57 ^a	1.52 ± 0.51 ^a	1.52 ± 0.51 ^a	
	T4	3.07 ± 0.98 ^a			2.00 ± 0.52 ^a	1.98 ± 0.41 ^{ab}	1.48 ± 0.50 ^c	1.26 ± 0.45 ^c	2.10 ± 0.57 ^a	1.62 ± 0.62 ^{bc}	1.53 ± 0.57 ^a	1.52 ± 0.51 ^a	1.52 ± 0.51 ^a	
	T5	3.33 ± 1.02 ^a			2.00 ± 0.52 ^a	1.98 ± 0.41 ^{ab}	1.48 ± 0.50 ^c	1.26 ± 0.45 ^c	2.10 ± 0.57 ^a	1.62 ± 0.62 ^{bc}	1.53 ± 0.57 ^a	1.52 ± 0.51 ^a	1.52 ± 0.51 ^a	
	T6	3.15 ± 1.00 ^a			2.00 ± 0.52 ^a	1.98 ± 0.41 ^{ab}	1.48 ± 0.50 ^c	1.26 ± 0.45 ^c	2.10 ± 0.57 ^a	1.62 ± 0.62 ^{bc}	1.53 ± 0.57 ^a	1.52 ± 0.51 ^a	1.52 ± 0.51 ^a	
30	T1	3.31 ± 0.77 ^a	5.18	0.0002	1.59 ± 0.1658	1.73 ± 0.51 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	1.35 ± 0.26 ^{ab}	1.24 ± 0.30 ^b		
	T2	3.29 ± 0.93 ^a			1.59 ± 0.1658	1.73 ± 0.51 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	1.35 ± 0.26 ^{ab}	1.24 ± 0.30 ^b	1.45 ± 0.39 ^{ab}	1.50 ± 0.37 ^{ab}
	T3	3.62 ± 0.89 ^a			1.59 ± 0.1658	1.73 ± 0.51 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	1.35 ± 0.26 ^{ab}	1.24 ± 0.30 ^b	1.45 ± 0.39 ^{ab}	1.50 ± 0.37 ^{ab}
	T4	2.51 ± 1.17 ^b			1.59 ± 0.1658	1.73 ± 0.51 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	1.35 ± 0.26 ^{ab}	1.24 ± 0.30 ^b	1.45 ± 0.39 ^{ab}	1.50 ± 0.37 ^{ab}
	T5	2.99 ± 1.13 ^{ab}			1.59 ± 0.1658	1.73 ± 0.51 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	1.35 ± 0.26 ^{ab}	1.24 ± 0.30 ^b	1.45 ± 0.39 ^{ab}	1.50 ± 0.37 ^{ab}
	T6	3.38 ± 0.94 ^a			1.59 ± 0.1658	1.73 ± 0.51 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	1.35 ± 0.26 ^{ab}	1.24 ± 0.30 ^b	1.45 ± 0.39 ^{ab}	1.50 ± 0.37 ^{ab}
40	T1	2.27 ± 0.56 ^a	4.51	0.0007	2.87	1.37 ± 0.60 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	2.87	0.0162		
	T2	2.31 ± 0.64 ^a			2.87	1.37 ± 0.60 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	2.87	0.0162		
	T3	2.00 ± 0.55 ^{ab}			2.87	1.37 ± 0.60 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	2.87	0.0162		
	T4	1.80 ± 0.51 ^b			2.87	1.37 ± 0.60 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	2.87	0.0162		
	T5	1.96 ± 0.46 ^{ab}			2.87	1.37 ± 0.60 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	2.87	0.0162		
	T6	2.16 ± 0.46 ^{ab}			2.87	1.37 ± 0.60 ^a	1.40 ± 0.46 ^a	1.54 ± 0.73 ^a	1.53 ± 0.51 ^{ab}	1.56 ± 0.52 ^a	2.87	0.0162		
50	T1	2.43 ± 0.49 ^a	36.09	<0.0001	1.24 ± 0.30 ^b	1.45 ± 0.39 ^{ab}	1.50 ± 0.37 ^{ab}							
	T2	2.48 ± 0.61 ^a			1.24 ± 0.30 ^b	1.45 ± 0.39 ^{ab}	1.50 ± 0.37 ^{ab}							
	T3	1.51 ± 0.37 ^b			1.24 ± 0.30 ^b	1.45 ± 0.39 ^{ab}	1.50 ± 0.37 ^{ab}							
	T4	1.41 ± 0.39 ^b			1.24 ± 0.30 ^b	1.45 ± 0.39 ^{ab}	1.50 ± 0.37 ^{ab}							

Vega *et al.* (2010) afirman que en altas densidades ≥ 45 organismos/m² el FCA puede alcanzar valores de 1.66

Quezada (2020), (FCA) de 1.24.

Media ± Desviación Estándar, F y p-valor del ECA

Día	Tratamiento	ECA (%) ± D. E	F	P	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	
10	T1	38.36 ± 0.11 ^a	0.81	0.5454	72.98 ± 0.17 ^a	68.53 ± 0.14 ^a	46.39 ± 0.10 ^c	34.71 ± 0.04 ^d	48.33 ± 0.13 ^{bc}	60.00 ± 0.15 ^a	61.67 ± 0.18 ^a	56.95 ± 0.12 ^{ab}	
	T2	42.62 ± 0.14 ^a			72.98 ± 0.17 ^a	68.53 ± 0.14 ^a	46.39 ± 0.10 ^c	34.71 ± 0.04 ^d	48.33 ± 0.13 ^{bc}	60.00 ± 0.15 ^a	61.67 ± 0.18 ^a	56.95 ± 0.12 ^{ab}	
	T3	36.74 ± 0.08 ^a			72.98 ± 0.17 ^a	68.53 ± 0.14 ^a	46.39 ± 0.10 ^c	34.71 ± 0.04 ^d	48.33 ± 0.13 ^{bc}	60.00 ± 0.15 ^a	61.67 ± 0.18 ^a	56.95 ± 0.12 ^{ab}	
	T4	40.99 ± 0.09 ^a			72.98 ± 0.17 ^a	68.53 ± 0.14 ^a	46.39 ± 0.10 ^c	34.71 ± 0.04 ^d	48.33 ± 0.13 ^{bc}	60.00 ± 0.15 ^a	61.67 ± 0.18 ^a	56.95 ± 0.12 ^{ab}	
	T5	41.50 ± 0.14 ^a			72.98 ± 0.17 ^a	68.53 ± 0.14 ^a	46.39 ± 0.10 ^c	34.71 ± 0.04 ^d	48.33 ± 0.13 ^{bc}	60.00 ± 0.15 ^a	61.67 ± 0.18 ^a	56.95 ± 0.12 ^{ab}	
	T6	40.25 ± 0.18 ^a			72.98 ± 0.17 ^a	68.53 ± 0.14 ^a	46.39 ± 0.10 ^c	34.71 ± 0.04 ^d	48.33 ± 0.13 ^{bc}	60.00 ± 0.15 ^a	61.67 ± 0.18 ^a	56.95 ± 0.12 ^{ab}	
20	T1	31.57 ± 0.09 ^a	0.81	0.5475	54.96 ± 0.20 ^c	53.13 ± 0.13 ^c	73.59 ± 0.20 ^b	88.74 ± 0.27 ^a	51.52 ± 0.15 ^c	70.14 ± 0.24 ^b	73.78 ± 0.20 ^{ab}	73.33 ± 0.22 ^{ab}	
	T2	34.03 ± 0.10 ^a			54.96 ± 0.20 ^c	53.13 ± 0.13 ^c	73.59 ± 0.20 ^b	88.74 ± 0.27 ^a	51.52 ± 0.15 ^c	70.14 ± 0.24 ^b	73.78 ± 0.20 ^{ab}	73.33 ± 0.22 ^{ab}	
	T3	36.87 ± 0.17 ^a			54.96 ± 0.20 ^c	53.13 ± 0.13 ^c	73.59 ± 0.20 ^b	88.74 ± 0.27 ^a	51.52 ± 0.15 ^c	70.14 ± 0.24 ^b	73.78 ± 0.20 ^{ab}	73.33 ± 0.22 ^{ab}	
	T4	37.14 ± 0.14 ^a			54.96 ± 0.20 ^c	53.13 ± 0.13 ^c	73.59 ± 0.20 ^b	88.74 ± 0.27 ^a	51.52 ± 0.15 ^c	70.14 ± 0.24 ^b	73.78 ± 0.20 ^{ab}	73.33 ± 0.22 ^{ab}	
	T5	33.42 ± 0.12 ^a			54.96 ± 0.20 ^c	53.13 ± 0.13 ^c	73.59 ± 0.20 ^b	88.74 ± 0.27 ^a	51.52 ± 0.15 ^c	70.14 ± 0.24 ^b	73.78 ± 0.20 ^{ab}	73.33 ± 0.22 ^{ab}	
	T6	35.27 ± 0.12 ^a			54.96 ± 0.20 ^c	53.13 ± 0.13 ^c	73.59 ± 0.20 ^b	88.74 ± 0.27 ^a	51.52 ± 0.15 ^c	70.14 ± 0.24 ^b	73.78 ± 0.20 ^{ab}	73.33 ± 0.22 ^{ab}	
30	T1	32.42 ± 0.09 ^b	6.38	<0.0001	90.45 ± 0.41 ^a	80.00 ± 0.25 ^{ab}	79.56 ± 0.35 ^{ab}	71.40 ± 0.19 ^b	71.11 ± 0.22 ^b	76.38 ± 0.13 ^{ab}	85.14 ± 0.22 ^a	72.50 ± 0.15 ^{ab}	
	T2	32.97 ± 0.10 ^b			90.45 ± 0.41 ^a	80.00 ± 0.25 ^{ab}	79.56 ± 0.35 ^{ab}	71.40 ± 0.19 ^b	71.11 ± 0.22 ^b	76.38 ± 0.13 ^{ab}	85.14 ± 0.22 ^a	72.50 ± 0.15 ^{ab}	
	T3	30.84 ± 0.14 ^b			90.45 ± 0.41 ^a	80.00 ± 0.25 ^{ab}	79.56 ± 0.35 ^{ab}	71.40 ± 0.19 ^b	71.11 ± 0.22 ^b	76.38 ± 0.13 ^{ab}	85.14 ± 0.22 ^a	72.50 ± 0.15 ^{ab}	
	T4	53.12 ± 0.32 ^a			90.45 ± 0.41 ^a	80.00 ± 0.25 ^{ab}	79.56 ± 0.35 ^{ab}	71.40 ± 0.19 ^b	71.11 ± 0.22 ^b	76.38 ± 0.13 ^{ab}	85.14 ± 0.22 ^a	72.50 ± 0.15 ^{ab}	
	T5	42.08 ± 0.26 ^{ab}			90.45 ± 0.41 ^a	80.00 ± 0.25 ^{ab}	79.56 ± 0.35 ^{ab}	71.40 ± 0.19 ^b	71.11 ± 0.22 ^b	76.38 ± 0.13 ^{ab}	85.14 ± 0.22 ^a	72.50 ± 0.15 ^{ab}	
	T6	32.63 ± 0.11 ^b			90.45 ± 0.41 ^a	80.00 ± 0.25 ^{ab}	79.56 ± 0.35 ^{ab}	71.40 ± 0.19 ^b	71.11 ± 0.22 ^b	76.38 ± 0.13 ^{ab}	85.14 ± 0.22 ^a	72.50 ± 0.15 ^{ab}	
40	T1	46.98 ± 0.13 ^b	5.32	0.0001	70.02 ± 0.15 ^a	75.94 ± 0.19 ^a	70.02 ± 0.13 ^b						
	T2	46.24 ± 0.12 ^b			70.02 ± 0.15 ^a	75.94 ± 0.19 ^a	70.02 ± 0.13 ^b						
	T3	52.89 ± 0.12 ^{ab}			70.02 ± 0.15 ^a	75.94 ± 0.19 ^a	70.02 ± 0.13 ^b						
	T4	59.45 ± 0.15 ^a			70.02 ± 0.15 ^a	75.94 ± 0.19 ^a	70.02 ± 0.13 ^b						
	T5	53.21 ± 0.10 ^{ab}			70.02 ± 0.15 ^a	75.94 ± 0.19 ^a	70.02 ± 0.13 ^b						
	T6	48.51 ± 0.10 ^b			70.02 ± 0.15 ^a	75.94 ± 0.19 ^a	70.02 ± 0.13 ^b						
50	T1	43.31 ± 0.09 ^b	30.18	<0.0001									
	T2	42.94 ± 0.10 ^b											
	T3	70.02 ± 0.15 ^a											
	T4	75.94 ± 0.19 ^a											

Quezada (2020) menciona que en su estudio se obtuvieron, porcentajes (ECA) de 85.44%.

Parámetros Productivos

Media + Desviación Estándar F y p-valor del TCE

Día	Tratamiento	TCE (%) ± D. E	F	P	T	Media ± D.E	F	P	
10	T1	1.68 ± 0.63 ^a	0.68	0.6387	60	T5	4.90 ± 1.22 ^a	6.41	<0.0001
	T2	1.93 ± 0.66 ^a				T6	4.86 ± 0.98 ^a		
	T3	1.67 ± 0.47 ^a				T1	3.47 ± 0.93 ^{ab}		
	T4	1.77 ± 0.60 ^a				T2	2.70 ± 0.72 ^c		
	T5	1.86 ± 0.78 ^a				T3	3.06 ± 0.44 ^{bc}		
	T6	1.77 ± 0.91 ^a				T4	3.40 ± 0.78 ^{ab}		
20	T1	1.80 ± 0.52 ^a	0.55	0.7380	70	T5	3.64 ± 0.95 ^a	7.93	<0.0001
	T2	1.89 ± 0.55 ^a				T6	3.58 ± 1.11 ^{ab}		
	T3	2.01 ± 0.36 ^a				T1	3.48 ± 0.87 ^a		
	T4	2.06 ± 1.04 ^a				T2	3.60 ± 1.13 ^a		
	T5	1.87 ± 0.74 ^a				T3	3.94 ± 0.78 ^a		
	T6	1.98 ± 0.66 ^a				T4	4.10 ± 1.14 ^a		
30	T1	1.54 ± 0.69 ^b	5.39	0.0001	80	T5	2.70 ± 0.83 ^b	3.43	0.0056
	T2	1.57 ± 0.47 ^b				T6	3.65 ± 1.14 ^a		
	T3	1.47 ± 0.54 ^b				T1	3.47 ± 0.97 ^a		
	T4	2.31 ± 0.64 ^a				T2	3.59 ± 0.99 ^a		
	T5	1.92 ± 1.23 ^{ab}				T3	2.60 ± 0.88 ^b		
	T6	1.52 ± 1.08 ^b				T4	3.03 ± 1.30 ^{ab}		
40	T1	3.51 ± 0.50 ^a	2.30	0.0471	90	T5	3.18 ± 0.94 ^{ab}	1.88	0.1002
	T2	3.35 ± 0.94 ^a				T6	3.08 ± 1.29 ^{ab}		
	T3	3.88 ± 0.73 ^a				T1	3.71 ± 0.92 ^a		
	T4	3.92 ± 0.92 ^a				T2	3.83 ± 1.11 ^a		
	T5	3.74 ± 1.12 ^a				T3	3.64 ± 0.79 ^a		
	T6	3.52 ± 0.84 ^a				T4	3.40 ± 1.10 ^a		
50	T1	3.44 ± 0.70 ^b	19.38	<0.0001		T5	3.37 ± 0.78 ^a		
	T2	3.38 ± 0.69 ^b				T6	3.22 ± 0.78 ^a		
	T3	4.90 ± 0.81 ^a							
	T4	4.81 ± 0.91 ^a							

Media ± Desviación Estándar, F y p-valor del GP

Día	Tratamiento	GP (g) ± D. E	F	P	T	Media ± D.E	F	P	
10	T1	0.07 ± 0.03 ^a	0.87	0.5039	70	T1	0.80 ± 0.30 ^c	17.21	<0.0001
	T2	0.09 ± 0.03 ^a				T2	0.77 ± 0.20 ^c		
	T3	0.07 ± 0.02 ^a				T3	1.07 ± 0.29 ^b		
	T4	0.08 ± 0.03 ^a				T4	1.29 ± 0.40 ^a		
	T5	0.08 ± 0.03 ^a				T5	0.75 ± 0.22 ^c		
	T6	0.08 ± 0.04 ^a				T6	1.02 ± 0.36 ^b		
20	T1	0.10 ± 0.03 ^a	0.58	0.7306	80	T1	1.11 ± 0.30 ^{ab}	2.93	0.0146
	T2	0.10 ± 0.03 ^a				T2	1.10 ± 0.33 ^{ab}		
	T3	0.11 ± 0.06 ^a				T3	0.96 ± 0.32 ^b		
	T4	0.11 ± 0.05 ^a				T4	1.36 ± 0.62 ^a		
	T5	0.10 ± 0.04 ^a				T5	1.20 ± 0.39 ^{ab}		
	T6	0.11 ± 0.04 ^a				T6	1.19 ± 0.53 ^{ab}		
30	T1	0.10 ± 0.03 ^b	6.24	<0.0001	90	T1	1.71 ± 0.46 ^b	3.01	0.0125
	T2	0.10 ± 0.03 ^b				T2	1.71 ± 0.53 ^b		
	T3	0.09 ± 0.04 ^b				T3	1.83 ± 0.33 ^{ab}		
	T4	0.16 ± 0.10 ^a				T4	2.04 ± 0.55 ^a		
	T5	0.13 ± 0.08 ^{ab}				T5	1.74 ± 0.36 ^{ab}		
	T6	0.10 ± 0.04 ^b				T6	1.68 ± 0.33 ^b		
40	T1	0.28 ± 0.08 ^b	5.32	0.0001		T1	0.39 ± 0.08 ^b		
	T2	0.28 ± 0.08 ^b				T2	0.39 ± 0.09 ^b		
	T3	0.32 ± 0.07 ^{ab}				T3	0.63 ± 0.14 ^a		
	T4	0.36 ± 0.09 ^a				T4	0.68 ± 0.18 ^a		
	T5	0.32 ± 0.06 ^{ab}				T5	0.66 ± 0.15 ^a		
	T6	0.29 ± 0.06 ^b				T6	0.62 ± 0.13 ^a		
50	T1	0.39 ± 0.08 ^b	30.13	<0.0001		T1	0.56 ± 0.13 ^c		
	T2	0.39 ± 0.09 ^b				T2	0.42 ± 0.05 ^d		
	T3	0.63 ± 0.14 ^a				T3	0.58 ± 0.16 ^{bc}		
	T4	0.68 ± 0.18 ^a				T4	0.72 ± 0.19 ^a		
	T5	0.66 ± 0.15 ^a				T5	0.74 ± 0.23 ^a		
	T6	0.62 ± 0.13 ^a				T6	0.68 ± 0.15 ^{ab}		
60	T1	0.56 ± 0.13 ^c	21.71	<0.0001		T1	0.56 ± 0.13 ^c		
	T2	0.42 ± 0.05 ^d				T2	0.42 ± 0.05 ^d		
	T3	0.58 ± 0.16 ^{bc}				T3	0.58 ± 0.16 ^{bc}		
	T4	0.72 ± 0.19 ^a				T4	0.72 ± 0.19 ^a		

Ramos (2004) indica que la ganancia de peso diario puede variar según el tipo de cultivo.

En monocultivos se tiene una GP de 1.40 g y en policultivos hasta 1.70 g

Barragán *et al.* (2017) indican (TCE) de 1.50 con inclusión de harinas vegetales con 40,5 % de proteína.

C. P. Sánchez (2013) manifiesta que con la inclusión de proteína animal la (TCE) puede llegar hasta 3.72%.

Parámetros Productivos

Media ± Desviación Estándar, F y p-valor del ICC

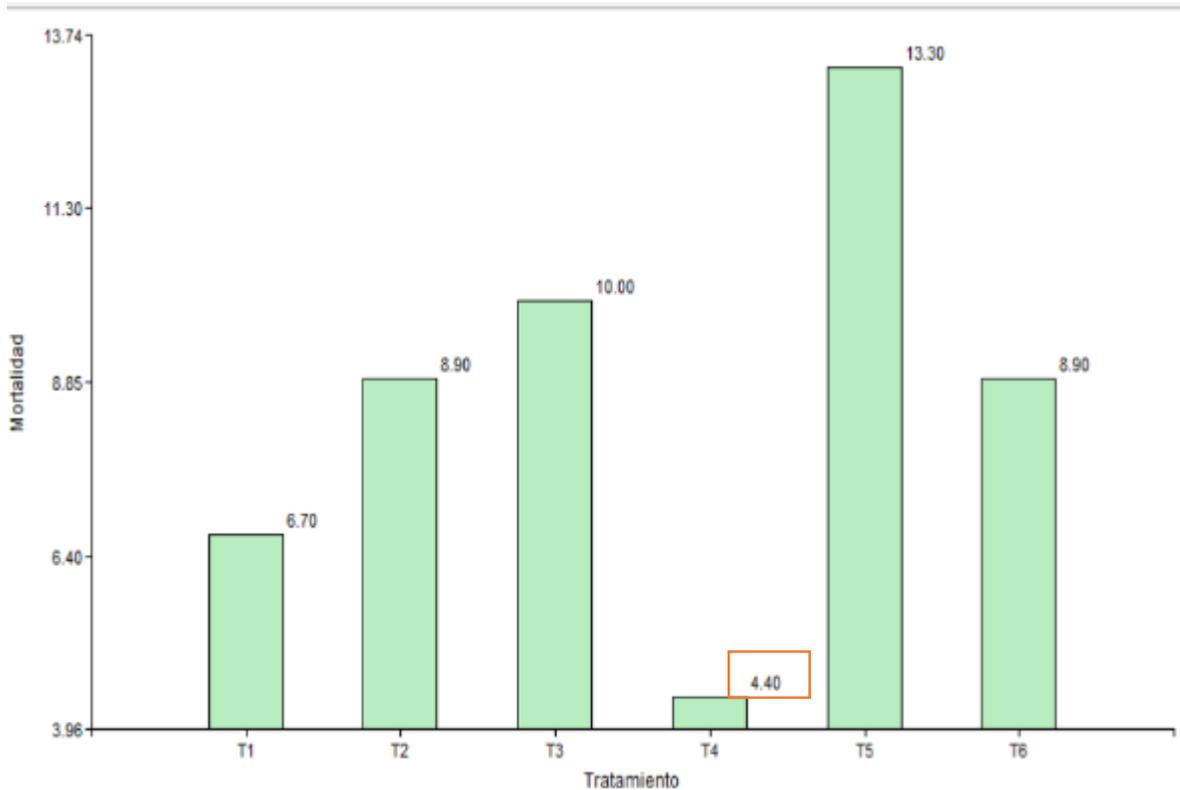
Día	Tratamiento	ICC ± D. E	F	P		T1	T2	T3	T4	T5	T6
10	T1	2.25 ± 0.18 ^a	2.01	0.0799	70	1.99 ± 0.27 ^{ab}	1.82 ± 0.17 ^c	9.20	2.01 ± 0.32 ^a	1.77 ± 0.14 ^c	1.85 ± 0.11 ^{bc}
	T2	2.18 ± 0.24 ^a				1.91 ± 0.17 ^b					
	T3	2.19 ± 0.30 ^a				1.94 ± 0.15 ^b					
	T4	2.24 ± 0.26 ^a				1.89 ± 0.19 ^b					
	T5	2.31 ± 0.18 ^a				1.93 ± 0.15 ^b					
	T6	2.32 ± 0.21 ^a				1.90 ± 0.15 ^b					
20	T1	2.04 ± 0.25 ^a	1.95	0.0888	80	1.96 ± 0.23 ^b	1.86 ± 0.13 ^b	4.26	2.06 ± 0.21 ^a	1.86 ± 0.13 ^b	1.88 ± 0.32 ^{ab}
	T2	2.17 ± 0.36 ^a				1.84 ± 0.23 ^b					
	T3	2.22 ± 0.36 ^a				1.84 ± 0.23 ^b					
	T4	2.04 ± 0.14 ^a				2.14 ± 0.25 ^a					
	T5	2.11 ± 0.26 ^a				1.91 ± 0.26 ^b					
	T6	2.15 ± 0.30 ^a				1.96 ± 0.20 ^b					
30	T1	2.06 ± 0.36 ^a	3.07	0.0110	90	1.96 ± 0.23 ^b	1.86 ± 0.13 ^b	6.94	2.14 ± 0.25 ^a	1.86 ± 0.13 ^b	1.88 ± 0.32 ^{ab}
	T2	2.29 ± 0.50 ^a				1.84 ± 0.23 ^b					
	T3	2.31 ± 0.53 ^a				1.84 ± 0.23 ^b					
	T4	2.11 ± 0.22 ^a				2.14 ± 0.25 ^a					
	T5	2.13 ± 0.32 ^a				1.91 ± 0.26 ^b					
	T6	2.16 ± 0.55 ^a				1.96 ± 0.20 ^b					
40	T1	1.88 ± 0.32 ^{ab}	3.07	0.0110	90	1.96 ± 0.23 ^b	1.86 ± 0.13 ^b	6.94	2.14 ± 0.25 ^a	1.86 ± 0.13 ^b	1.88 ± 0.32 ^{ab}
	T2	2.07 ± 0.43 ^{ab}				1.84 ± 0.23 ^b					
	T3	1.98 ± 0.43 ^{ab}				1.84 ± 0.23 ^b					
	T4	2.17 ± 0.29 ^a				2.14 ± 0.25 ^a					
	T5	1.93 ± 0.39 ^{ab}				1.91 ± 0.26 ^b					
	T6	1.80 ± 0.58 ^b				1.96 ± 0.20 ^b					
50	T1	2.10 ± 0.21 ^{ab}	5.21	0.0002	90	1.96 ± 0.23 ^b	1.86 ± 0.13 ^b	6.94	2.14 ± 0.25 ^a	1.86 ± 0.13 ^b	1.88 ± 0.32 ^{ab}
	T2	1.95 ± 0.20 ^c				1.84 ± 0.23 ^b					
	T3	2.13 ± 0.22 ^a				1.84 ± 0.23 ^b					
	T4	1.96 ± 0.18 ^{bc}				2.14 ± 0.25 ^a					
	T5	1.97 ± 0.18 ^{bc}				1.91 ± 0.26 ^b					
	T6	1.99 ± 0.22 ^{ab}				1.96 ± 0.20 ^b					
60	T1	2.00 ± 0.33 ^{ab}	6.06	<0.0001	90	1.96 ± 0.23 ^b	1.86 ± 0.13 ^b	6.94	2.14 ± 0.25 ^a	1.86 ± 0.13 ^b	1.88 ± 0.32 ^{ab}
	T2	1.78 ± 0.43 ^c				1.84 ± 0.23 ^b					
	T3	2.09 ± 0.25 ^a				1.84 ± 0.23 ^b					
	T4	1.97 ± 0.22 ^{ab}				2.14 ± 0.25 ^a					
	T5	1.83 ± 0.18 ^{bc}				1.91 ± 0.26 ^b					
	T6	1.99 ± 0.27 ^{ab}				1.96 ± 0.20 ^b					

Cifuentes *et al.* (2012) mencionan que el índice de condición corporal adecuado para los peces varía de 2 a 3.

Santoyo *et al.* (2019) plantean que el ICC permite determinar la relación volumétrica en función de la longitud y peso y en base a los resultados determinar el grado de bienestar o robustez del animal.

Mortalidad

Tasa de mortalidad acumulada (%) de *Oreochromis sp*, para los distintos tratamientos al culminar la experimentación

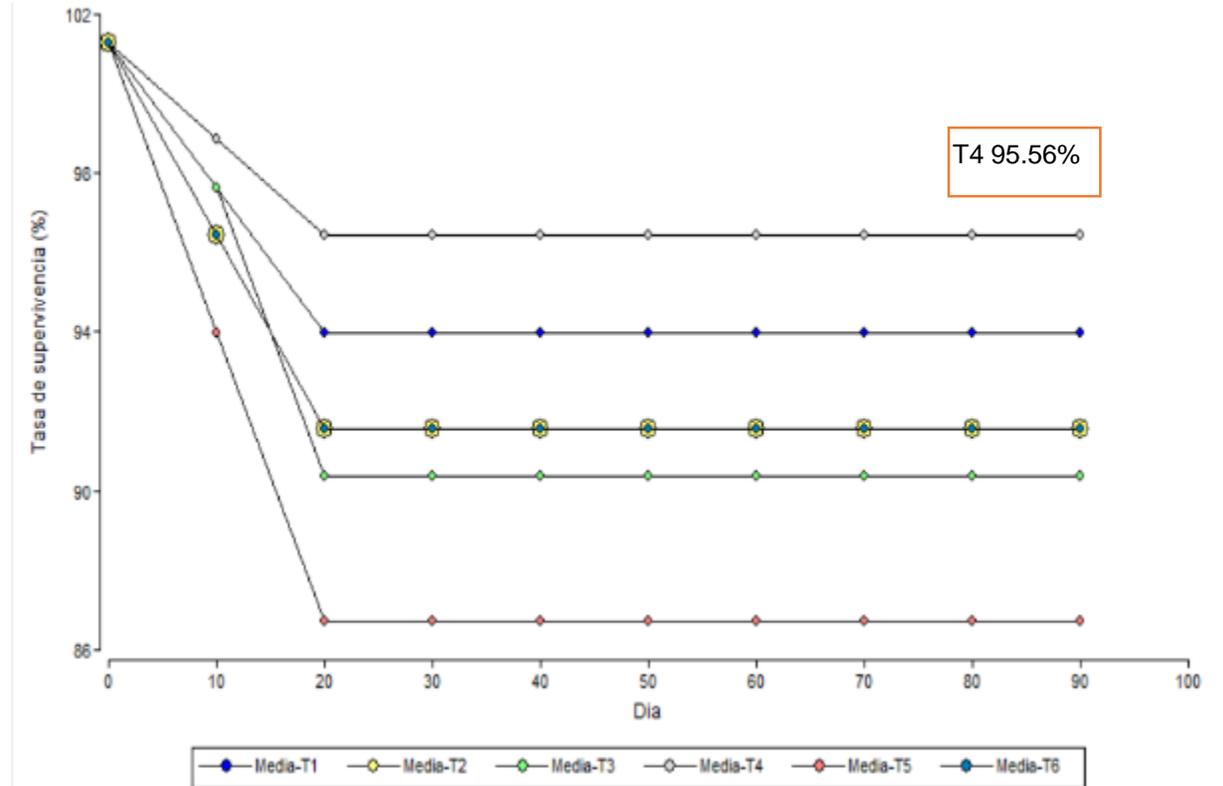


Supervivencia del 80 hasta 98 %, Herencia (2017).

Sin embargo menciona que existe una relación inversamente proporcional entre la tasa de supervivencia y la densidad de carga.

Supervivencia

Comportamiento de la tasa de supervivencia (%) de *Oreochromis sp*



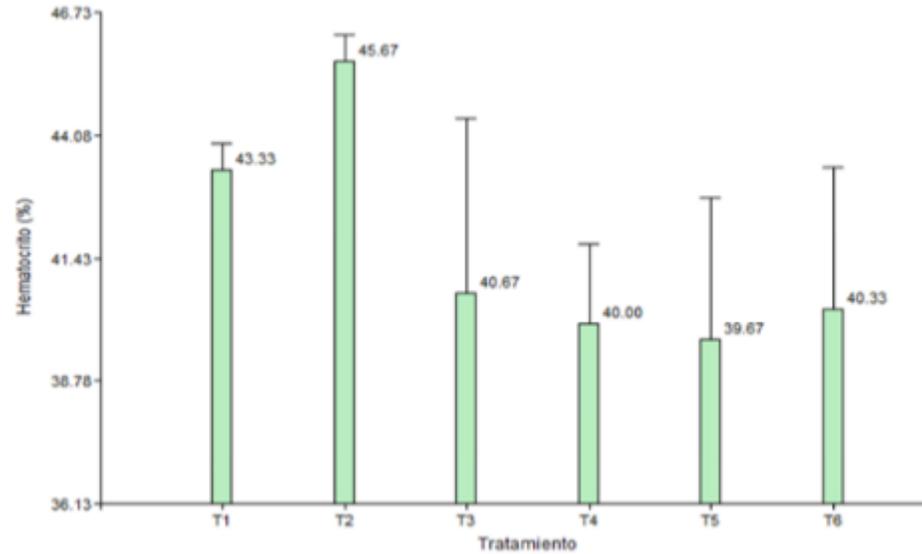
La tasa de supervivencia mostró diferencia significativa para los diferentes tratamientos ($F=6.67$; $p=0,0001$)

Parámetros Hematológicos

Hematocrito

Promedio \pm desviación estándar del hematocrito

Día	Tratamiento	Hematocrito (%) \pm D. E	F	P
90	T1	43.33 \pm 1.15 ^a	2.69	0.0840
	T2	45.33 \pm 4.04 ^a		
	T3	40.67 \pm 3.79 ^a		
	T4	40.00 \pm 1.73 ^a		
	T5	39.67 \pm 3.06 ^a		
	T6	40.33 \pm 3.06 ^a		



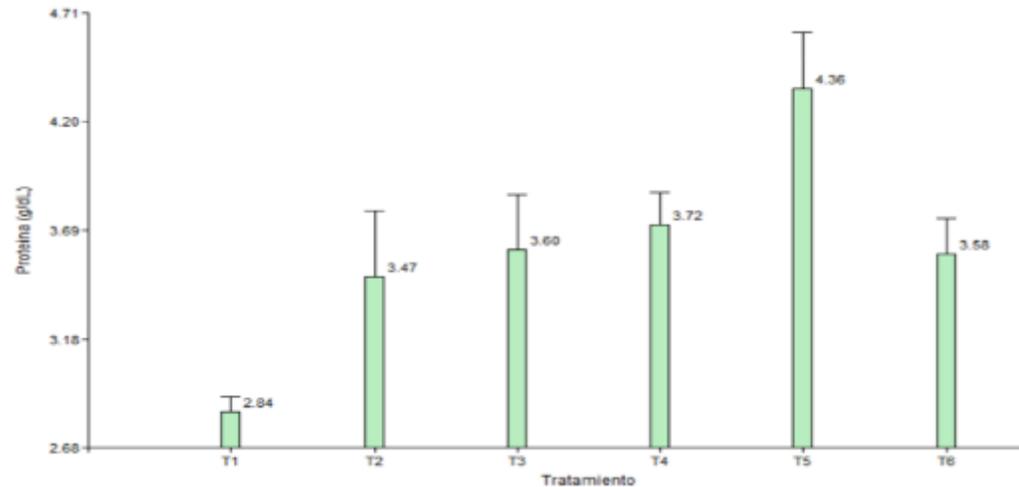
Los rangos óptimos van desde el 27% a 44%, Mendoza (2016).

Hahn-von-Hessberg *et al.* (2014) mencionan que valores > 44% son por efecto de estrés

Proteína Total

Promedio \pm desviación estándar Proteína Total(g/dL)

Día	Tratamiento	Proteína Total (g/dL) \pm D. E	F	P
90	T1	2.84 \pm 0.07 ^c	13.29	0.0004
	T2	3.47 \pm 0.31 ^{bc}		
	T3	3.60 \pm 0.26 ^b		
	T4	3.72 \pm 0.15 ^{ab}		
	T5	4.36 \pm 0.26 ^a		
	T6	3.58 \pm 0.17 ^b		



Crivelenti *et al.* (2012) mencionan, que los rangos óptimos de PT varían entre los 2.18 g/dL a 4.49 g/dL

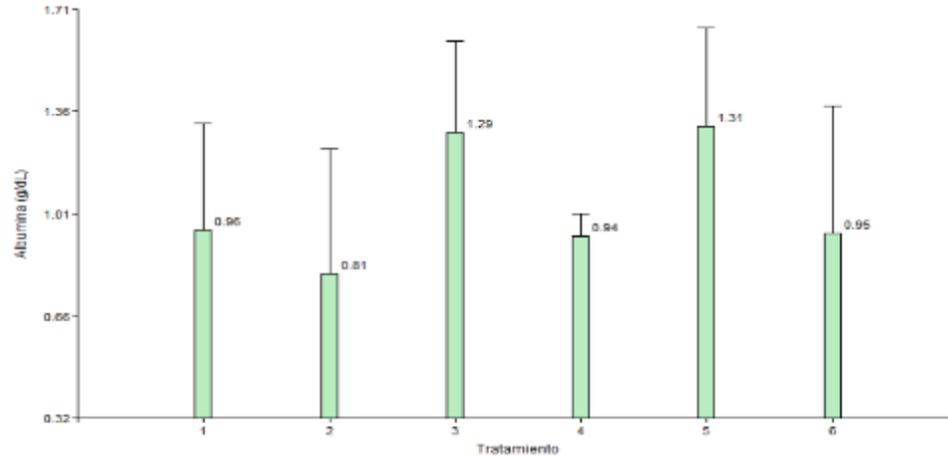
Los extractos provenientes de plantas pueden elevar los valores de proteína total en la sangre, Haghighi (2014)

Parámetros Hematológicos

Albúmina

Promedio ± desviación estándar de Albúmina (g/dL)

Día	Tratamiento	Albumina (g/dL) ± D. E	F	P
90	T1	0.96 ± 0.36 ^a	0.91	0.5096
	T2	0.81 ± 0.43 ^a		
	T3	1.29 ± 0.31 ^a		
	T4	0.94 ± 0.07 ^a		
	T5	1.31 ± 0.34 ^a		
	T6	0.95 ± 0.43 ^a		



Niveles máximos 2.6 g/dL, Hrubec *et al.* (2008).

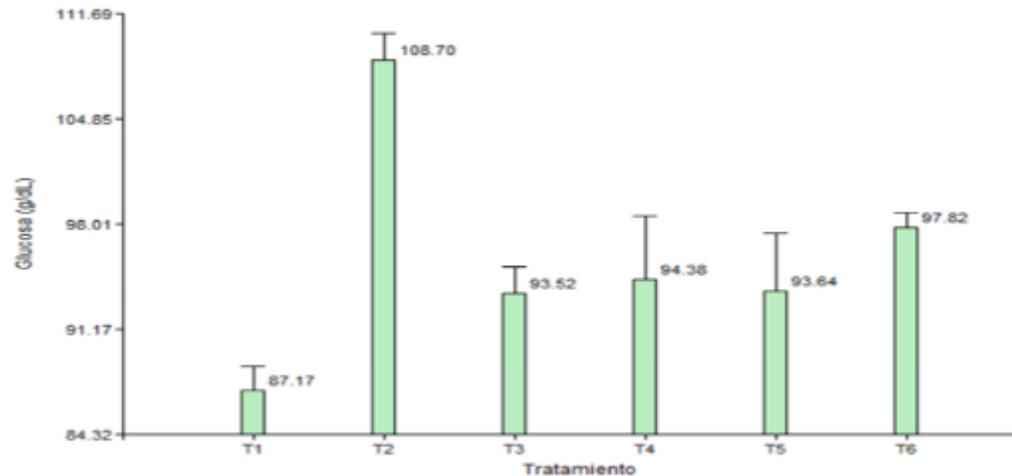
Niveles mínimos 0.67 g/dL, Crivelenti *et al.* (2012).

Rangos óptimos 76 g/dL a 99 g/dL, Marroquín (2018).

Glucosa

Promedio ± desviación estándar de Glucosa (g/dL)

Día	Tratamiento	Glucosa (g/dL) ± D. E	F	P
90	T1	87.17 ± 1.61 ^c	25.93	<0.0001
	T2	108.70 ± 1.75 ^a		
	T3	93.52 ± 1.74 ^{bc}		
	T4	94.38 ± 4.16 ^b		
	T5	93.64 ± 3.77 ^{bc}		
	T6	97.82 ± 0.94 ^b		



Niveles bajos provocan convulsiones e incluso la muerte del pez, Arauz *et al.* (2022).

Niveles altos son un indicador metabólico como respuesta al estrés, Barandica (2015).

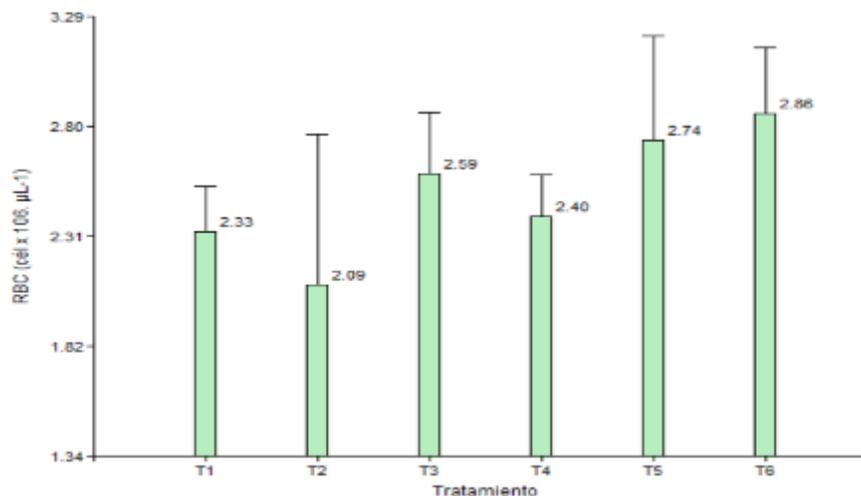
El estrés reduce los niveles de glucosa. Sui *et al.* (2016)

Conteo de Glóbulos Rojos

Parámetros Hematológicos

Promedio \pm desviación estándar de RBC (cél x 10⁶. μ L⁻¹)

Día	Tratamiento	RBC (cél x 10 ⁶ . μ L ⁻¹) \pm D. E	F	P
90	T1	2.33 \pm 0.20 ^a	1.67	0.2295
	T2	2.09 \pm 0.67 ^a		
	T3	2.59 \pm 0.27 ^a		
	T4	2.40 \pm 0.19 ^a		
	T5	2.74 \pm 0.46 ^a		
	T6	2.86 \pm 0.29 ^a		



Qiang *et al.* (2013) mencionan que el rango de glóbulos rojos puede variar desde 1.70 cél x 10⁶. μ L⁻¹ hasta 3 cél x 10⁶.

La inclusión de polifenoles al poseer una actividad antioxidante puede elevar el número de eritrocitos, Mohamad *et al.* (2016)

Conteo de Glóbulos Blancos

Promedio \pm desviación estándar de WBC (cél x 10⁴. μ L⁻¹)

Variables (cél x 10 ⁴ . μ L ⁻¹)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	F	P
WBC	2.77 \pm 0.30 ^b	3.51 \pm 0.04 ^a	2.26 \pm 0.22 ^c	2.17 \pm 0.10 ^c	2.28 \pm 0.08 ^c	2.63 \pm 0.04 ^{bc}	26.85	<0.0001
Linfocitos	0.147 \pm 0.02 ^b	0.187 \pm 0.01 ^a	0.1 \pm 0.01 ^{cd}	0.117 \pm 0.01 ^d	0.12 \pm 0.00 ^{cd}	0.14 \pm 0.00 ^{bc}	31.95	<0.0001
Neutrófilos	0.008 \pm 0.001 ^B	0.009 \pm 0.001 ^a	0.006 \pm 0.001 ^c	0.006 \pm 0.00 ^c	0.006 \pm 0.00 ^c	0.007 \pm 0.00 ^{bc}	17.78	0.0001
Trombocitos	0.003 \pm 0.00 ^b	0.004 \pm 0.00 ^a	0.003 \pm 0.00 ^b	0.002 \pm 0.00 ^b	0.002 \pm 0.00 ^b	0.003 \pm 0.00 ^b	11.76	0.0006

El número de glóbulos blancos puede variar desde 1.86 hasta 3 cél x 10⁴. μ L⁻¹. Los linfocitos varían desde las 0 hasta los 0.592 cél x 10⁴. μ L⁻¹ Qiang *et al.* (2013).

Mendoza (2016) indica que los rangos de neutrófilos varían desde 0 hasta 3.6 cél x 10⁴. μ L⁻¹

Las antocianinas tienen la capacidad de reducir los niveles de glucosa, debido a su capacidad antioxidante, Sui *et al.* (2016)

Relación Longitud de la Tilapia vs Longitud del intestino

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Longitud P	16	16.5	15.5	17	16.5	17.2
Longitud I	83	96	87	109	93	93
Relación	5.18	5.81	5.6	6.4	5.6	5.4



Jijón (2022) menciona que el intestino por lo general tiene una relación con el largo del pez mayor a 5.

La importancia de una mayor longitud del intestino recae en que existirá un mayor número de vellosidades y un mayor número de pliegues permitiendo aumentar la absorción de nutrientes.

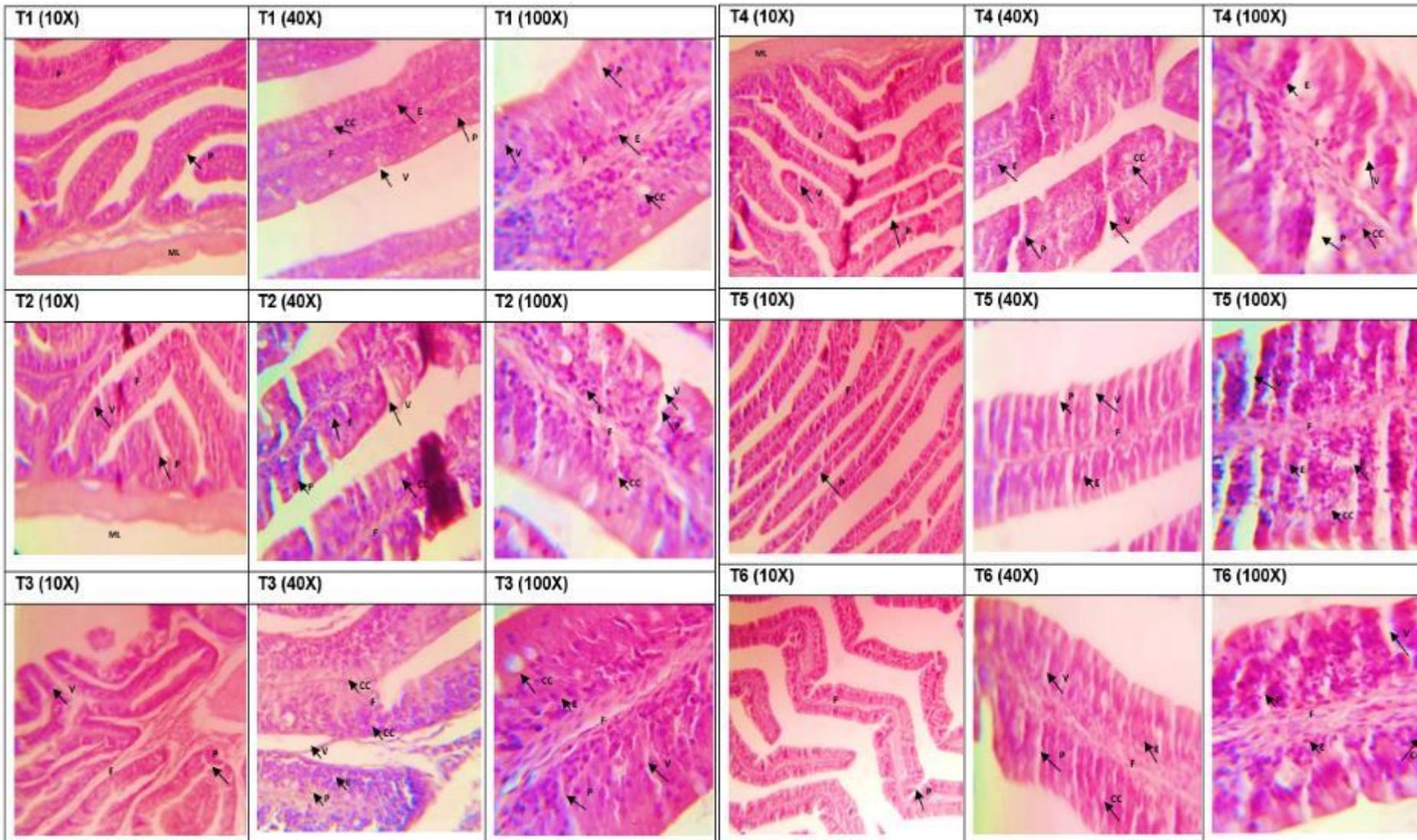


Hepher (1988) menciona que la longitud intestinal respecto a la longitud del pez varía entre las diferentes especies esta relación se basa en los hábitos alimentarios.

Hepher (1988) indica que la longitud intestinal relativa para la tilapia es de 6.29.

Parámetros histológicos

Cortes histológicos del tejido intestinal de Tilapia roja híbrida *Oreochromis* sp. bajo el efecto de inclusión de antocianinas y diferentes cargas animales.



El T4 presentó pliegues más grandes

No hay estudios que demuestren diferencia entre las 3 porciones intestinales, Jijón (2022).

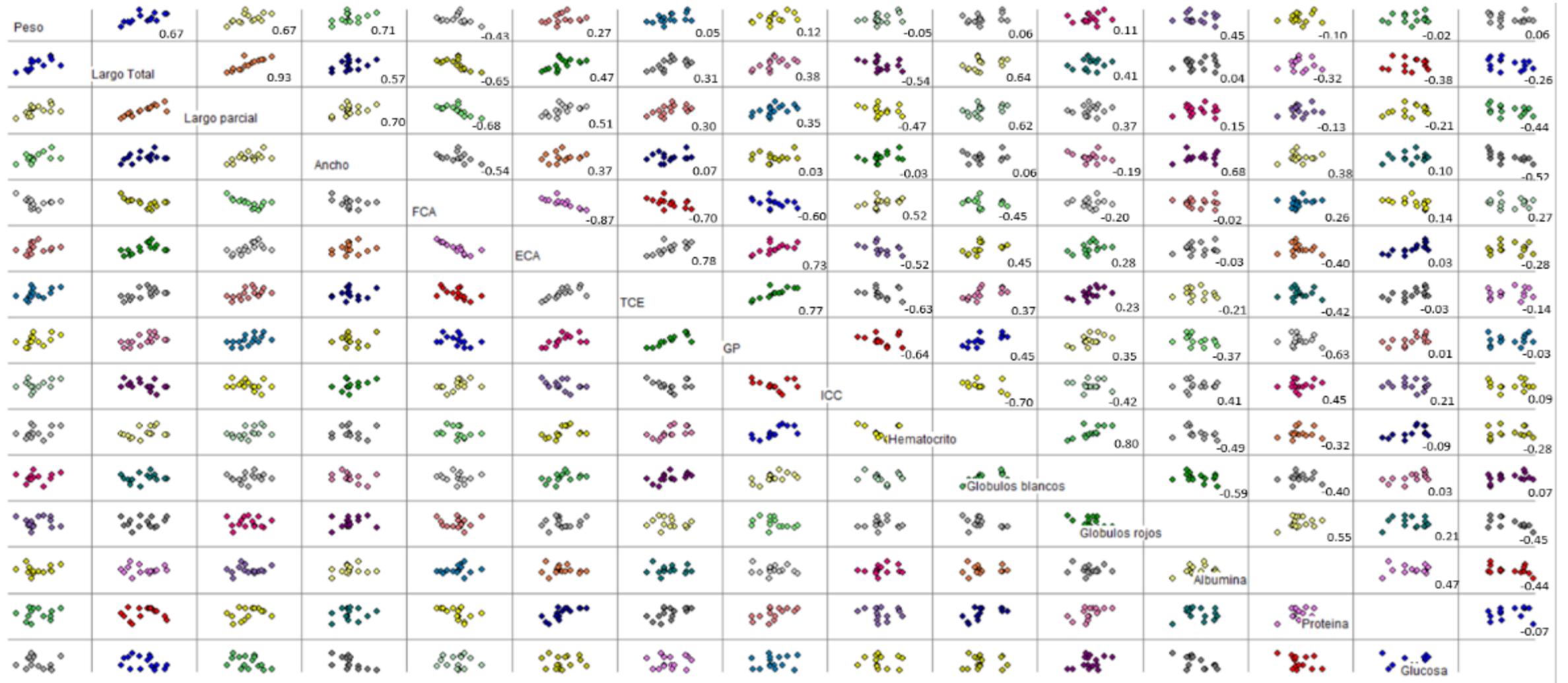
Las células caliciformes evitan inflamaciones intestinales y actúan contra patógenos, Jijón (2022).

Gomez (2022) menciona que los enterocitos ayudan a la absorción de nutrientes y son considerados una barrera inmunológica intestinal.

Herper (1988) menciona que el aparato digestivo puede variar su estructura según los hábitos alimenticios o la naturaleza del alimento.

Nota. Músculo liso (ML), filamentos (F), Vellosidades intestinales (V), Enterocito (E), Pliegues intestinales (P).

Matriz de Correlación entre variables morfológicas, productivas y hematológicas.



Conclusiones

- Con la inclusión de antocianinas el T4 presentó un mayor peso y ancho con 72g y 5.20cm respectivamente, existió diferencia significativa en las variables largo total y parcial entre los tratamientos que presentaron inclusión de antocianinas de los tratamientos control a pesar de la diferente carga animal.
- La inclusión de antocianinas al 3% y una carga animal de 45 juveniles/m² mejoró significativamente los parámetros productivos, mostrando un FCA de 1.24, ECA de 85,14%, GP de 2.04g/d, ICC de 2.14 y una baja tasa de mortalidad de 4.04.(% día).
- Las Antocianinas provenientes del maíz morado (*Zea mays L*) fortalecieron el sistema inmune de la tilapia, evidenciando como el T2 con 0% de inclusión de antocianinas y 45 juveniles/m² presentó niveles altos de glucosa, glóbulos blancos y hematocrito indicando la presencia de estrés por la alta carga animal.

Recomendaciones

- Evaluar concentraciones de antocianinas del maíz morado (*Zea mays L*) al 3% de inclusión en la dieta de diferentes especies como la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), que presenta un sistema inmunológico muy frágil.
- Evaluar diferentes métodos de extracción de antocianinas del maíz morado (*Zea mays L*) con el propósito de determinar qué método permite obtener mayor cantidad de antocianinas.
- Evaluar el efecto de diferentes concentraciones de antocianinas del maíz morado (*Zea mays L*) cercanas al 3% de inclusión, en la dieta de Tilapia roja (*Oreochromis sp*) que fue el mejor tratamiento, con el fin de mejorar el sistema inmune bajo condiciones de estrés oxidativo.
- Evaluar el efecto inmunológico de las antocianinas del maíz morado (*Zea mays L*) sobre mayores densidades de carga animal de Tilapia roja (*Oreochromis sp*).



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Dr. Juan Ortiz PhD
Ing. Julio Pazmiño
Ing. Diego Vela

GRACIAS



Ing. Miguel Anasi