



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Efecto de la inclusión de nauplios de Artemia salina enriquecidos con Espirulina (*Arthrospira platensis*) en la producción de Cachama (*Colossoma macropomum*) en etapa de alevinaje, en el subtrópico occidental ecuatoriano

Camacho Jaya, Paula Michelle

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

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

Ing. Ortíz Tirado, Juan Cristóbal Ph. D.

30 de enero de 2023



INTRODUCCIÓN



Tilapia y trucha



Especie nativa

- Rusticidad
- Sabor
- Rápida ganancia de peso
- Adaptación (dietas y cautiverio)

Buzollo *et al.* (2018).



Acuicultura genera:

- Empleos
- Divisas

Camarón marino y tilapia roja predominan la producción acuícola del país.

Ramos *et al.* (2016).

MAGAP y ATPA

Agricultura y ganadería a menor escala en la Amazonía.

Diéguez (2017).



Artemia salina

Años 30



1996 CENAIM - ESPOL



↑ Demanda

- Buen desarrollo de especies acuícolas, buena aceptación.



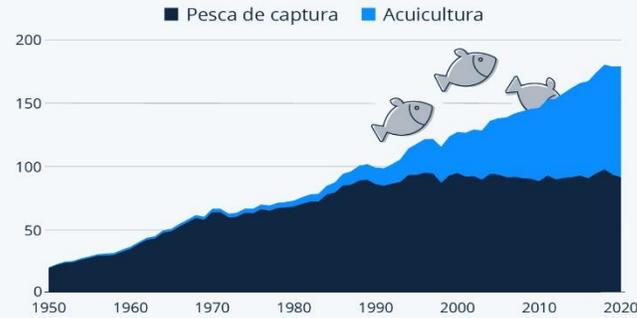
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

JUSTIFICACIÓN

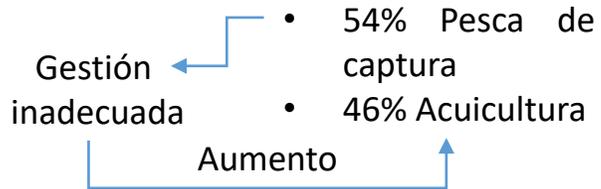
Acuicultura - Desafíos

Crece la acuicultura en el mundo

Producción mundial estimada de la pesca y la acuicultura* (en millones de toneladas, equivalente en peso vivo)



Fuente: Mena (2022).



Desafíos relacionados con:



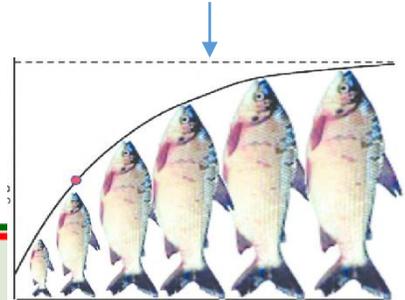
Alimento vivo



Apetecible y aceptable para peces y crustáceos



Enriquecimiento = Perfil nutricional efectivo



Especies Nativas



Fuente: Google Maps (2021).

Altamente invasivas Cairo (2019).

- Tilapia Roja
- Tilapia Africana

Problemas para la ictiofauna nativa



Incentivo del cultivo de Cachama
Buen desarrollo
Alternativa alimenticia

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el efecto de la inclusión de nauplios de artemia salina enriquecidos con espirulina en la producción de Cachama (*Colossoma macropomum*) en etapa de alevinaje.

Objetivos Específicos

Analizar el suministro de tres concentraciones de nauplios de artemia salina, sobre los parámetros morfométricos de alevines de Cachama.

Analizar el suministro de tres concentraciones de nauplios de artemia salina, sobre los parámetros productivos de alevines de Cachama.

Estimar la rentabilidad de la inclusión de nauplios de artemia salina como alimento vivo, en la alimentación de alevines de Cachama.

HIPÓTESIS

Hipótesis Nula

La inclusión de nauplios de artemia salina enriquecidos con espirulina en la dieta balanceada del cultivo de Cachama en etapa de alevinaje no presenta efectos significativos sobre los parámetros morfométricos y productivos.

Hipótesis Alternativa

La inclusión de nauplios de artemia salina enriquecidos con espirulina en la dieta balanceada del cultivo de Cachama en etapa de alevinaje presenta efectos significativos sobre los parámetros morfométricos y productivos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Cachama (*Colossoma macropomum*)

Carne abundante y apetecible, crecimiento acelerado y alto potencial productivo **Flores & Brown (2010)**.

Omnívora, con tendencias frugívoras y zooplanctófagas.

Capaz de capturar plancton fácilmente, debido a que posee de 84 a 107 branquiespinas en el primer arco branquial **Santamaría (2014)**.



Evolución del estudio de la nutrición acuícola, las **especies nativas** tienen un gran potencial para la acuicultura **Vergara (2006)**.

Carencia de alimentos balanceados propios para la especie.

Proteína:

- 45% hasta 3ª semana de vida.
- 38% desde 4ª a 9ª.
- 32% desde 10ª a 14ª.
- 24% desde 15ª e adelante.

Calidad de la dieta



Alimento Vivo



Fuente: Bettas (2011).

Organismos aprovechados = Alimento natural
Castro et al. (2003).

- Alto valor nutricional.
- Variación de la dieta = estímulo del apetito.
- Mayor crecimiento y producción
Prieto (2006).

Criterios de selección

- Tamaño y densidad
- Valor nutricional
- Libre de patógenos

Artemia Salina

- Micro crustáceo braquiópodo
- Filtrador de partículas de algas y alimento vegetal.
- Movimiento natatorio para consumir alimento (antenas y thoracópodos).
- Induce estímulos visuales **Ledesma (2017).**
- Concentración de betacarotenos (coloración rosácea de las plumas de los flamencos).



Fuente: Pozzana (2022)

Indicadores	Valor (%)
Humedad	85-90
Ceniza	9-20
Proteína	52-55
Carbohidratos	7-17
Glucógeno	2-9
Lípidos	8-16
Colesterol	0.5-0.9

Fuente: Villamar (2000).

Rica en: Fe, Zn, Cu y Mn, vitaminas (C, B2, B3, B5); 10 AA's y (18:3w3), (18:2w6), (20:4w6), (20:5w3), (22:6w3)
Stottrup & McEvoy (2003).

Arthrospira platensis



Fuente: Buttori (2009).

En acuicultura:

- Rápido crecimiento
- Mejor pigmentación
- Sistema inmune
- Calidad del filete
- Carece de toxicidad
- Propiedades correctivas frente a patógenos

Artemia 52%, Espirulina 57%
 Artemia + espirulina 62,9%
Valeyudhannair et al. (2014).

DISEÑO EXPERIMENTAL

DCA con 3 repeticiones y una estructura de parcela bifactorial (3x2)

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + F_j + AF_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3$ Niveles de inclusión de artemia salina

$j = 1, 2$ Niveles de frecuencia de suministro de alimento

$k = 3$ Repeticiones

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

μ = Media general

A_i = Efecto del i – ésimo nivel de inclusión de artemia salina

F_j = Efecto del j – ésimo nivel de frecuencia de suministro de alimento

AF_{ij} = Efecto de la interacción inclusión x frecuencia

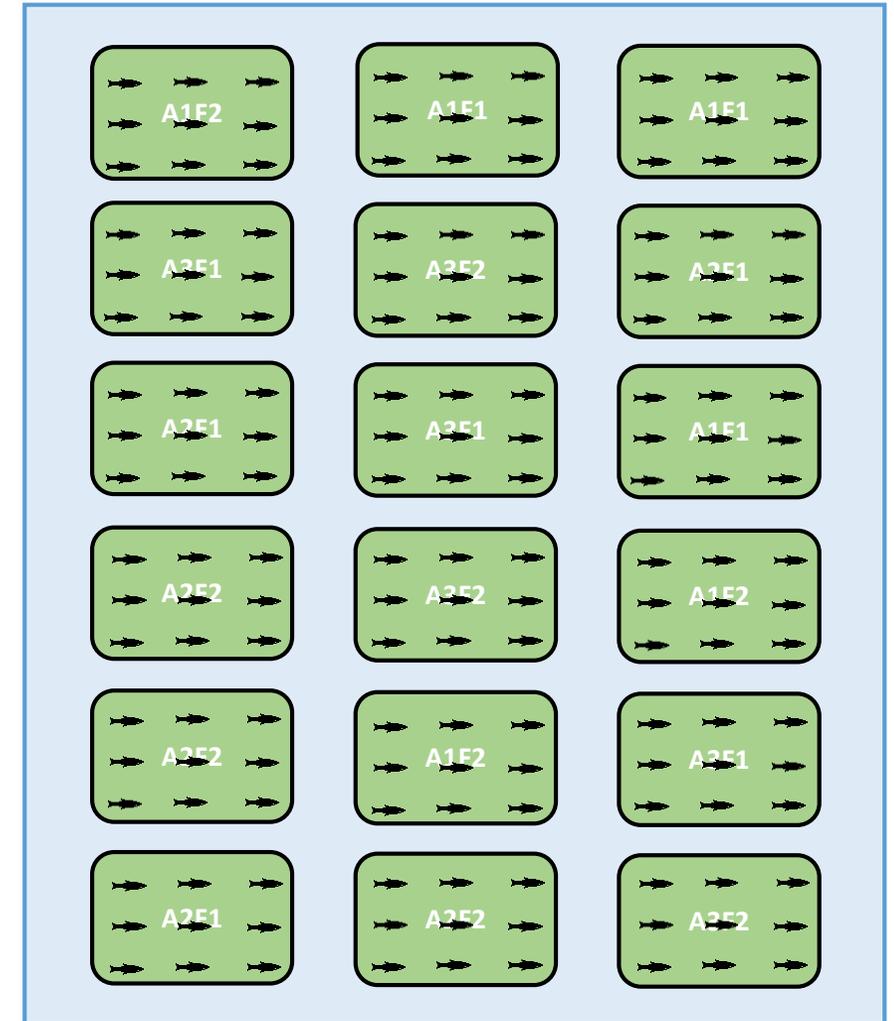
e_{ijk} = Error experimental

Factores evaluados:

- Nivel de inclusión de Artemia salina enriquecida
- Frecuencia de suministro de balanceado comercial

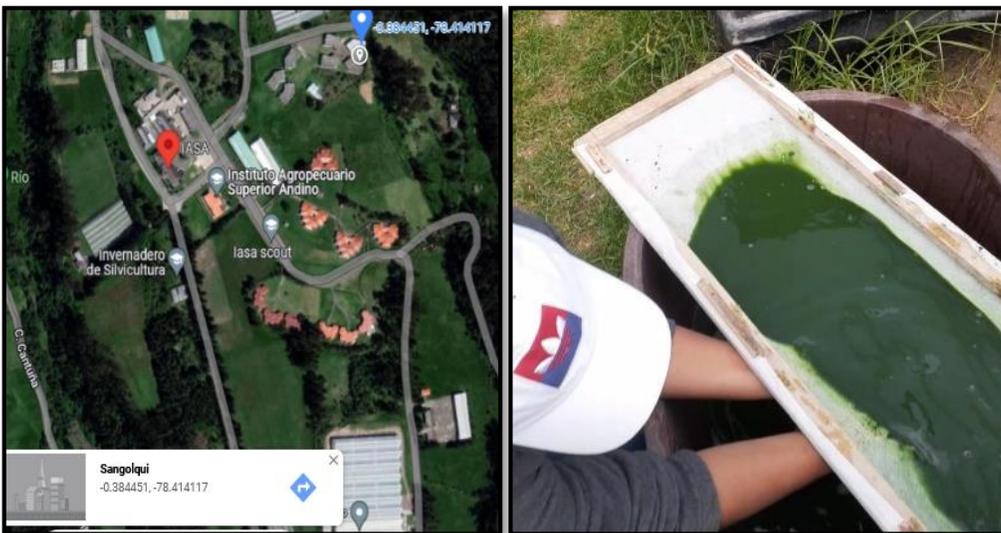
Tto	Descripción	Código
T1	Inclusión de Artemia salina al 0% + balanceado 4 veces/día	A1F1
T2	Inclusión de Artemia salina al 0% + balanceado 6 veces/día	A1F2
T3	Inclusión de Artemia salina al 50% + balanceado 4 veces/día	A2F1
T4	Inclusión de Artemia salina al 50% + balanceado 6 veces/día	A2F2
T5	Inclusión de Artemia salina enriquecida al 50% + balanceado 4 veces/día	A3F1
T6	Inclusión de Artemia salina enriquecida al 50% + balanceado 6 veces/día	A3F2

Croquis Experimental



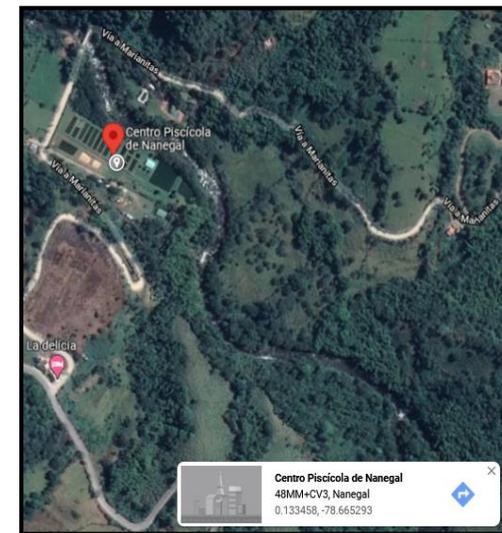
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La investigación se llevó a cabo en:



Fuente: (Google Maps, 2021).

- **Producción de Espirulina (Pailones – IASA I)**
 - Realimentación/lit cosechado
 - Kristalón rojo (1g)
 - Bicarbonato de sodio (10g)
 - Sal en grano (5g)
- **Optimización del protocolo de eclosión de Artemia salina (Laboratorio de Recursos acuáticos – IASA I)**



Fuente: (Google Maps, 2021).

- **Instalación del proyecto, siembra de alevines y producción de artemia (Centro Piscícola Nanegal)**

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Instalación del proyecto y Siembra de alevines



Desinfección de jaulas y estanque (2,5 ml/l)



Recubrimiento de jaulas



Instalación de jaulas en el estanque



Acuatilsa



Peso promedio
0,092 ± 0,0046g
Densidad de carga animal
20 alevines/jaula

Eclosión de Artemia salina

Star Brine Shrimp
85% eclosión
Starssa



Laboratorio Acuicultura



Centro Piscícola

- 26-28°C
- 25g sal/lit agua
- pH 7.5 a 8.5
- Oxigenación cte
- Iluminación cte (1500 lm)
- 1.5g de quistes/lit agua



METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Enriquecimiento de nauplios de artemia salina



0,3 gr de espirulina



Enriquecimiento a las 10 y 22 horas después de la eclosión (Mayor filtración y captación de alimento, movimientos natatorios)

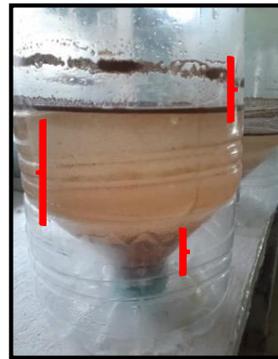


Observación de nauplios de artemia (Instar I e Instar II)



Nauplios de Artemia enriquecidos con Espirulina

Cosecha de nauplios de artemia salina



- Cápsulas vacías
- Nauplios listos para ser cosechados
- Quistes sin eclosionar



Sifonado



Se pasó los nauplios por u filtro de café y se los enjuagó con agua dulce



METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Alimentación de alevines



Suministro de
balanceado comercial

- Tratamientos 1,3 y 5
cada 2 horas
- Tratamientos 2,4 y 6
cada hora y media



Suministro de
Artemia salina

- Una vez al día
- Medio litro sin enriquecer
Tratamientos 3 y 4
- Medio litro enriquecido
Tratamientos 5 y 6

A partir de las 09h00

EVALUACIONES DE CAMPO

Variables Morfométricas



Mediciones cada 10 días

Variables Productivas

- Mortalidad %
- Ganancia de peso g/d
- TCE%
- FCA
- ECA %
- ICC



Peso corporal (g)
Balanza electrónica



Long. Total y Parcial (cm)
Ictiómetro de madera



Ancho (cm)
Ictiómetro de madera



METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Análisis del agua

➤ Nitritos, nitratos y amonio (Kit de Pallintest)



Kit Nitrito

- Homogenizar muestra (10ml)
- Tableta Nitricol
- Disolución y reposo 10 min.
- 520 nm



Kit Nitrato

- Homogenizar muestra (20ml)
- Polvo y tableta de Nitratest
- Batir 1 min, reposo 1 min.
- Batir, reposo 2 min.
- Sobrenadante (10ml)
- Tableta Nitricol
- Disolución y reposo 10 min.
- 570 nm



Kit Amonio

- Homogenizar muestra (10ml)
- Tabletas Amonio N°1 y N°2
- Disolución y reposo 10 min.
- 640 nm



Espectrofotómetro

➤ Fisicoquímicos



Multiparamétrico HANNA modelo HI9829
(07H00 y 16H00)

Diariamente a lo largo de la
investigación



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del agua

Media \pm desviación estándar, valores mínimo y máximo de los parámetros fisicoquímicos del agua del estanque de alevines de Cachama (*Colossoma macropomum*).

Parámetros	Media \pm D. S	Min.	Máx.
Temperatura (°C)	23.53 \pm 1.62	21.00	26.67
pH	7.64 \pm 0.39	7.17	8.93
Oxígeno (mg. L ⁻¹)	10.01 \pm 0.61	9.06	11.45
Nitritos (mg. L ⁻¹)	0.01 \pm 0.01	0.00	0.02
Nitratos (mg. L ⁻¹)	1.58 \pm 1.08	0.00	2.55
Amonio (mg. L ⁻¹)	0.28 \pm 0.35	0.03	0.88

Temperaturas > 34°C (estrés y susceptibilidad a enfermedades), < 18°C por periodos largos son letales
Gomes et al. (2016)

Poleo et al. (2011) buen crecimiento de *Colossoma macropomum* con pH de 7.6, valor dentro del rango aceptable para la especie.

Oliveira et al. (2018) oxígeno disuelto superior a 4 mg. L⁻¹, concentraciones menores provocan un crecimiento anormal del labio inferior.

Ferreira Da Costa et al. (2004) alta sensibilidad a altos niveles de nitrito. **Poleo et al. (2011)** niveles de 1 a 2 mg.L⁻¹ afectaron los parámetros productivos.

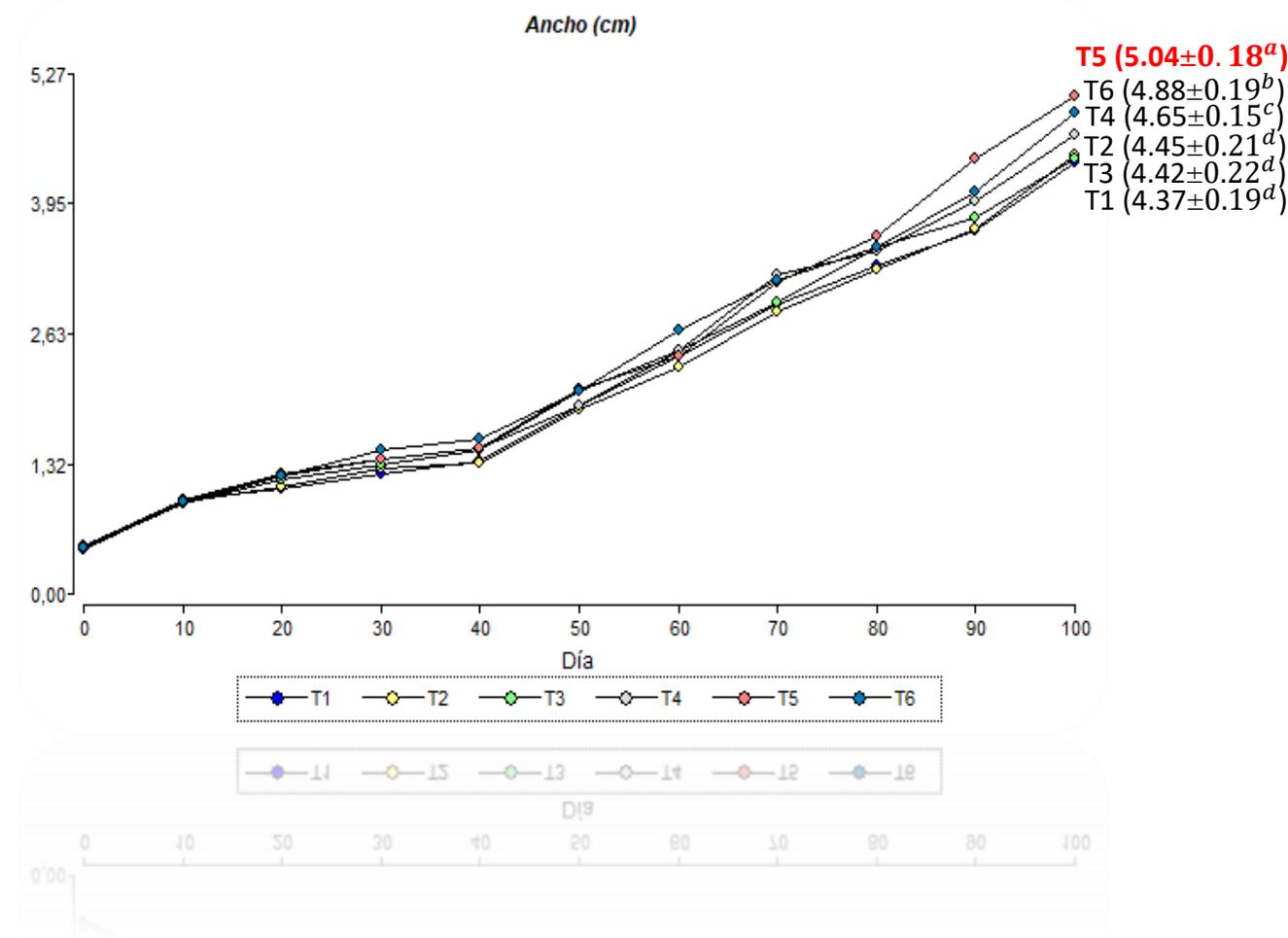
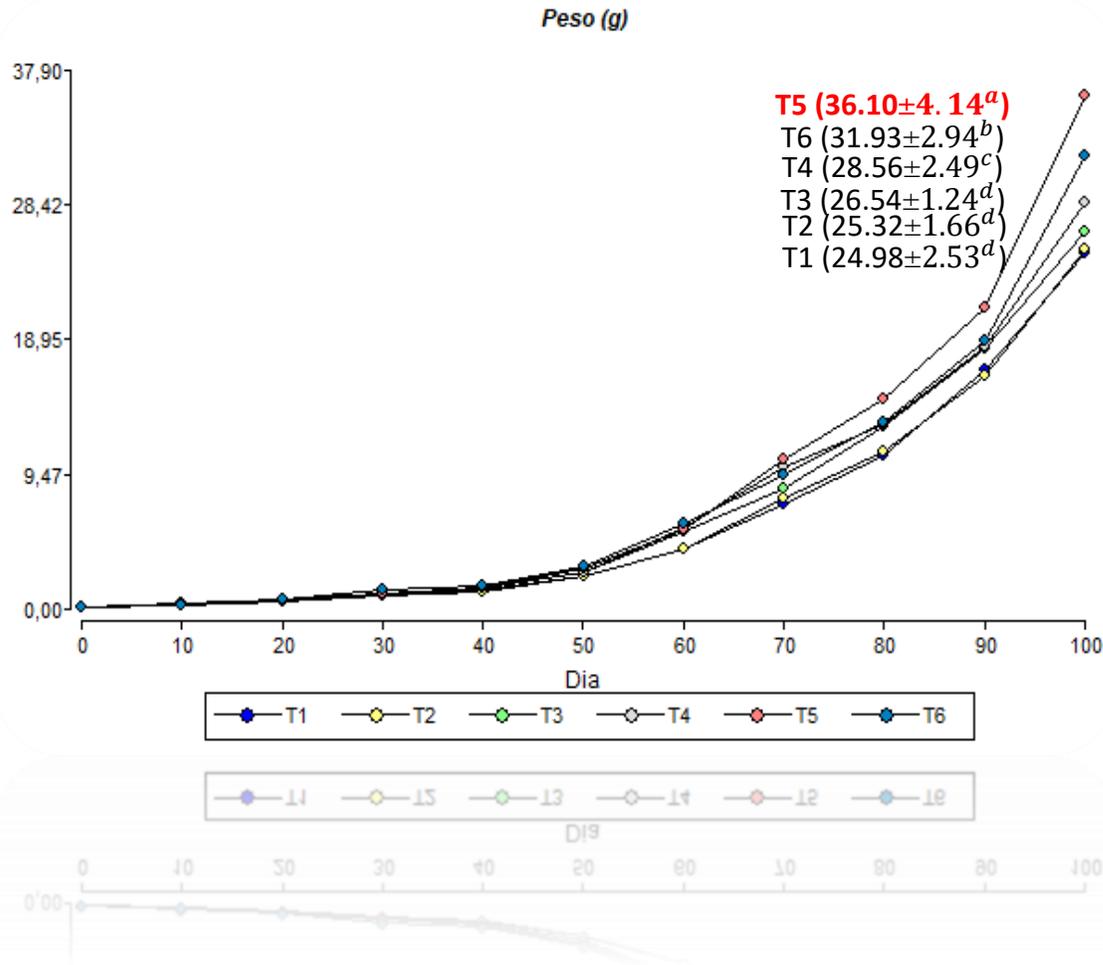
Biomín (2022) menciona que los peces toleran niveles de amonio de hasta 0.5 ppm y valores de nitratos <100 ppm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros morfométricos

Media \pm desviación estándar de la variable peso corporal (g)

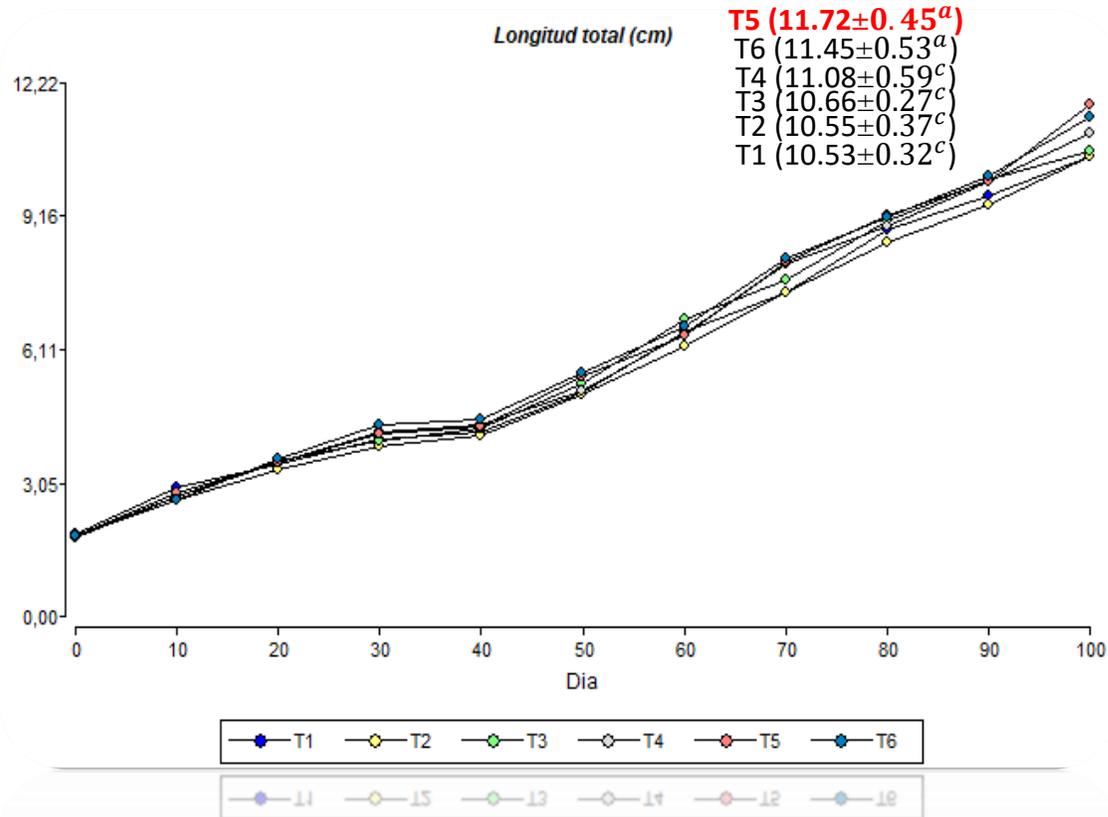
Media \pm desviación estándar de la variable ancho (cm)



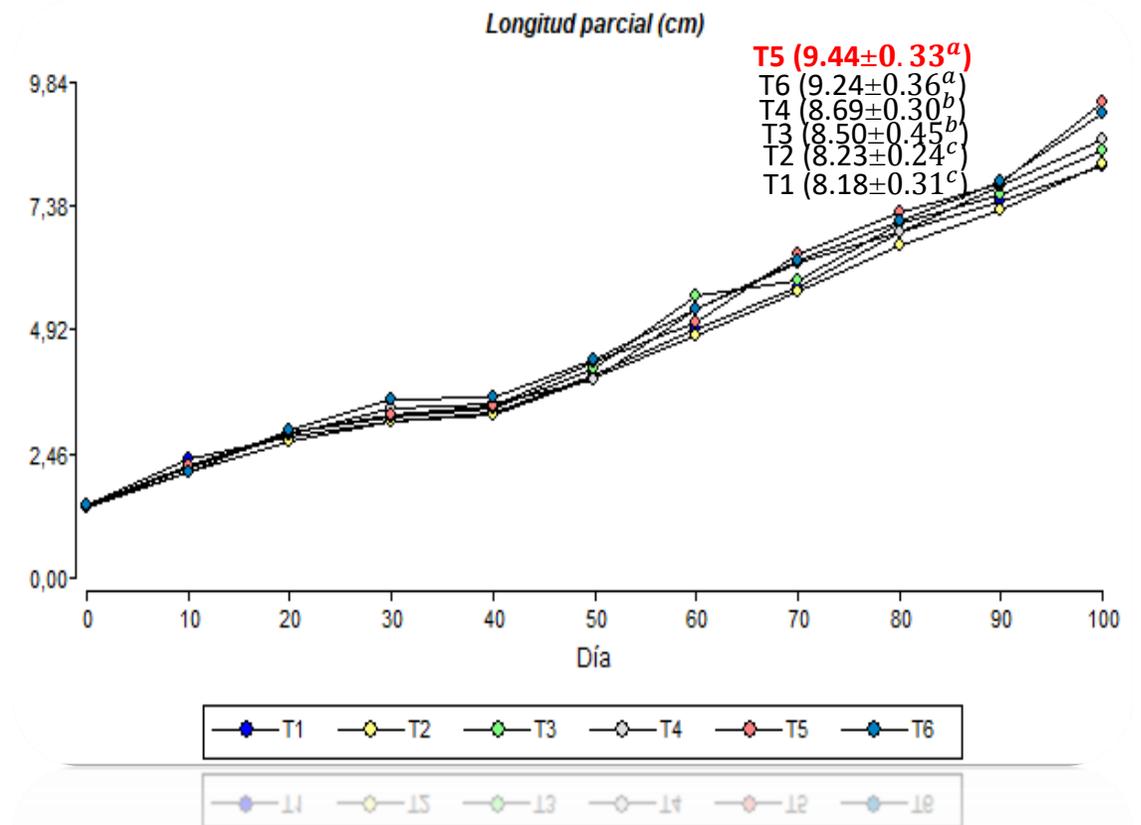
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros morfométricos

Media \pm desviación estándar de la variable peso corporal (g)



Media \pm desviación estándar de la variable ancho (cm)

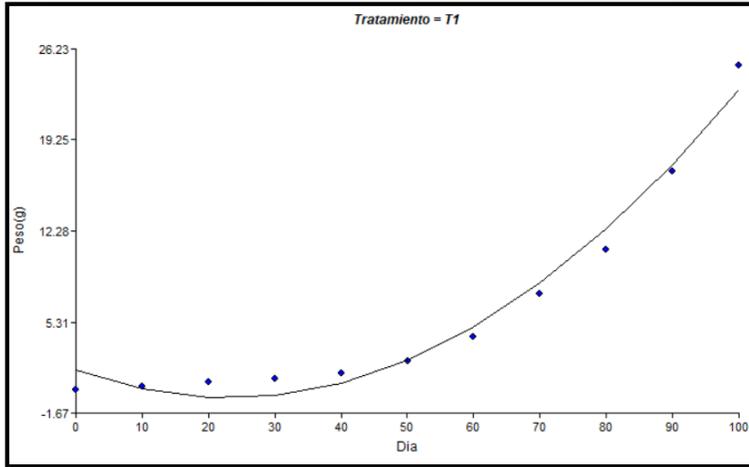


- CTAQUA (2017) frecuencia = mejor aprovechamiento del alimento.
- Victoriano *et al.* (2012) temperatura adecuada = crecimiento

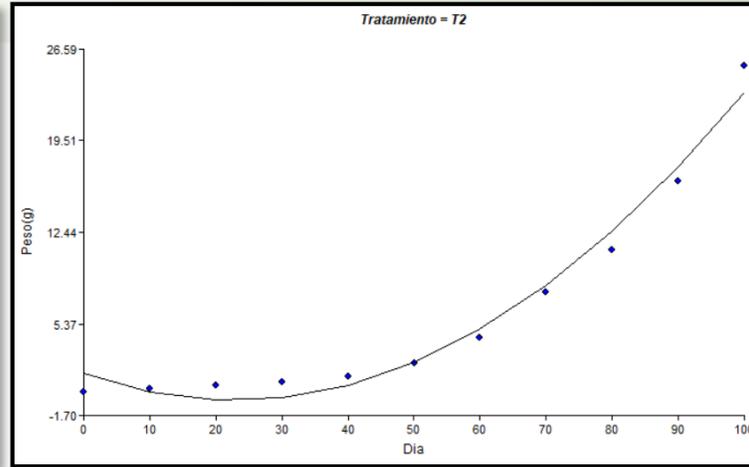
- Escudero (2021) Espirulina potencia: Crecimiento, desarrollo y salud.

- Loqui *et al.* (2022) 25,9°C y balanceado comercial, peso y talla 2.7 g y 3.5 cm a 15.82 g y 10.66 cm.

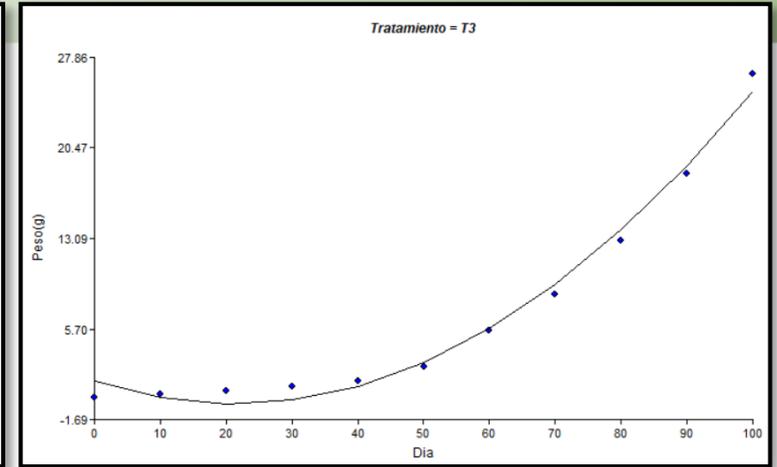
Regresión lineal de 2° grado



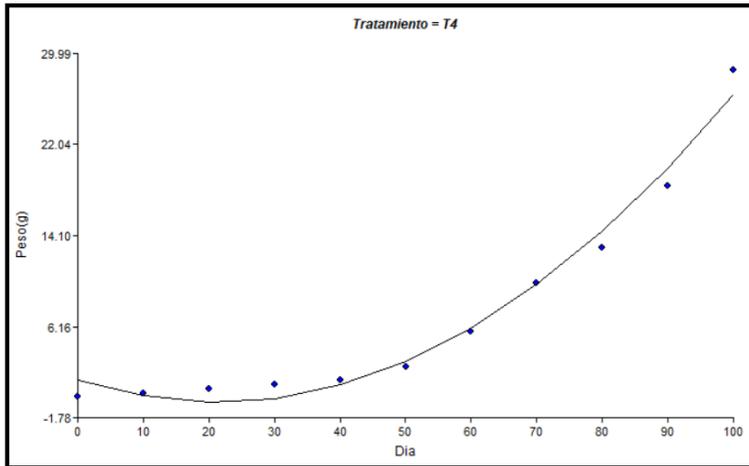
Tratamiento 1
 $R^2 = 0.98$



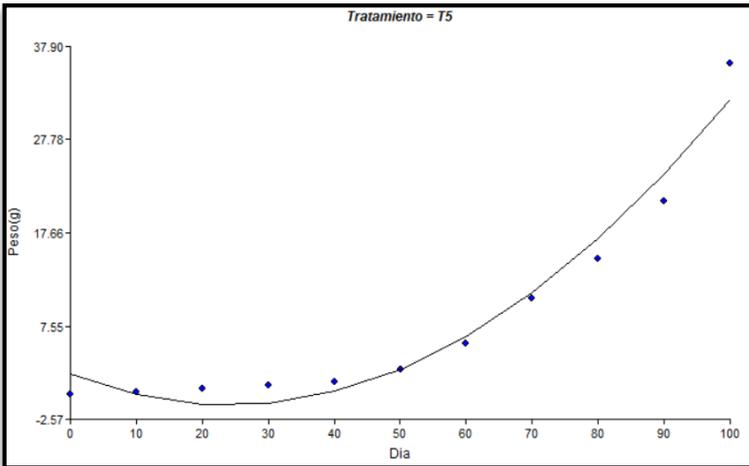
Tratamiento 2
 $R^2 = 0.97$



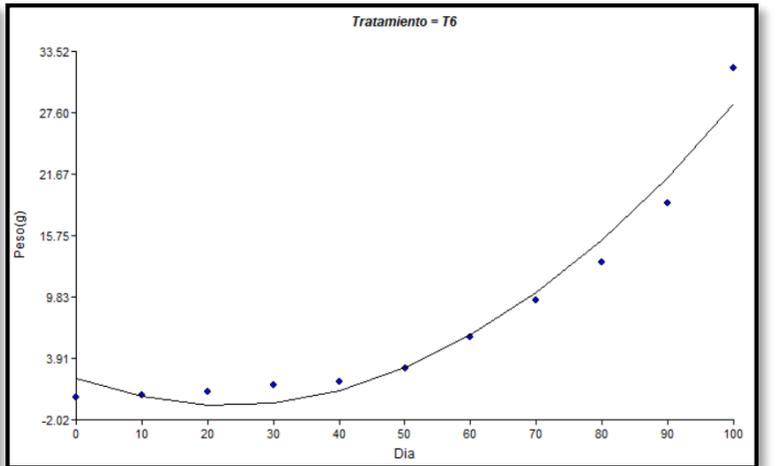
Tratamiento 3
 $R^2 = 0.98$



Tratamiento 4
 $R^2 = 0.98$



Tratamiento 5
 $R^2 = 0.97$



Tratamiento 6
 $R^2 = 0.97$

Parámetros productivos

Media \pm desviación estándar, F y p valor del FCA

Día	Tto	FCA \pm D. E	F	p-valor	Día	Tto	FCA \pm D. E	F	p-valor
10	T1	2.26 \pm 0.59 ^a	1.06	0.3854	60	T1	2.67 \pm 0.33 ^a	28.71	<0.0001
	T2	2.53 \pm 0.73 ^a				T2	2.58 \pm 0.34 ^a		
	T3	2.53 \pm 0.71 ^a				T3	1.76 \pm 0.38 ^b		
	T4	2.58 \pm 0.72 ^a				T4	1.81 \pm 0.20 ^b		
	T5	2.61 \pm 0.60 ^a				T5	1.80 \pm 0.28 ^b		
	T6	2.57 \pm 0.69 ^a				T6	1.90 \pm 0.89 ^b		
20	T1	2.46 \pm 0.61 ^{ab}	10.02	<0.0001	70	T1	2.11 \pm 0.34 ^{ab}	13.92	<0.0001
	T2	2.77 \pm 0.64 ^a				T2	1.97 \pm 0.38 ^{bc}		
	T3	2.28 \pm 0.59 ^{bc}				T3	2.39 \pm 0.56 ^a		
	T4	2.07 \pm 0.58 ^{bc}				T4	1.69 \pm 0.47 ^{cd}		
	T5	1.95 \pm 0.69 ^c				T5	1.44 \pm 0.29 ^d		
	T6	1.88 \pm 0.44 ^c				T6	2.17 \pm 0.81 ^{ab}		
30	T1	3.59 \pm 0.42 ^a	31.63	<0.0001	80	T1	2.14 \pm 0.39 ^{ab}	7.54	<0.0001
	T2	3.56 \pm 0.47 ^a				T2	2.23 \pm 0.37 ^a		
	T3	3.43 \pm 0.72 ^{ab}				T3	1.78 \pm 0.61 ^b		
	T4	2.79 \pm 0.79 ^c				T4	2.46 \pm 0.70 ^a		
	T5	3.03 \pm 0.92 ^{bc}				T5	1.77 \pm 0.49 ^b		
	T6	1.86 \pm 0.32 ^d				T6	2.09 \pm 0.57 ^{ab}		
40	T1	3.92 \pm 0.22 ^{ab}	10.57	<0.0001	90	T1	1.87 \pm 0.30 ^a	3.05	0.0115
	T2	3.88 \pm 0.10 ^{ab}				T2	2.11 \pm 0.27 ^a		
	T3	4.08 \pm 2.66 ^c				T3	2.07 \pm 0.33 ^a		
	T4	4.63 \pm 8.36 ^b				T4	2.08 \pm 0.32 ^a		
	T5	4.74 \pm 3.43 ^{ab}				T5	1.87 \pm 0.48 ^a		
	T6	1.47 \pm 0.13 ^a				T6	1.96 \pm 0.28 ^a		
50	T1	3.43 \pm 0.14 ^a	12.54	<0.0001	100	T1	2.43 \pm 0.44 ^a	38.14	<0.0001
	T2	3.29 \pm 0.30 ^{ab}				T2	2.19 \pm 0.42 ^{ab}		
	T3	2.98 \pm 0.57 ^{bc}				T3	2.38 \pm 0.33 ^a		
	T4	3.18 \pm 0.38 ^{abc}				T4	2.01 \pm 0.58 ^b		
	T5	2.64 \pm 0.46 ^d				T5	1.34 \pm 0.33 ^c		
	T6	2.88 \pm 0.63 ^{cd}				T6	1.50 \pm 0.26 ^c		

Media \pm desviación estándar, F y p valor de la ECA (%)

Día	Tto	ECA (%) \pm D. E	F	p-valor	Día	Tto	ECA (%) \pm D. E	F	p-valor
10	T1	47.69 \pm 0.14 ^a	0.78	0.5684	60	T1	38.04 \pm 0.05 ^b	29.15	<0.0001
	T2	43.92 \pm 0.16 ^a				T2	39.52 \pm 0.06 ^b		
	T3	43.41 \pm 0.15 ^a				T3	58.98 \pm 0.11 ^a		
	T4	42.73 \pm 0.15 ^a				T4	63.23 \pm 0.07 ^a		
	T5	40.92 \pm 0.11 ^a				T5	56.96 \pm 0.10 ^a		
	T6	42.40 \pm 0.14 ^a				T6	61.61 \pm 0.21 ^a		
20	T1	42.91 \pm 0.09 ^c	12.26	<0.0001	70	T1	48.70 \pm 0.08 ^c	13.99	<0.0001
	T2	38.01 \pm 0.08 ^c				T2	52.77 \pm 0.10 ^{bc}		
	T3	46.52 \pm 0.10 ^{bc}				T3	44.83 \pm 0.14 ^c		
	T4	51.79 \pm 0.13 ^{ab}				T4	63.04 \pm 0.16 ^{ab}		
	T5	56.96 \pm 0.17 ^a				T5	72.43 \pm 0.16 ^a		
	T6	56.23 \pm 0.11 ^a				T6	52.57 \pm 0.21 ^{bc}		
30	T1	28.30 \pm 0.04 ^d	35.39	<0.0001	80	T1	48.36 \pm 0.10 ^b	7.43	<0.0001
	T2	28.53 \pm 0.04 ^d				T2	48.39 \pm 0.10 ^b		
	T3	30.71 \pm 0.08 ^{cd}				T3	62.11 \pm 0.19 ^a		
	T4	38.85 \pm 0.11 ^b				T4	43.83 \pm 0.13 ^b		
	T5	37.24 \pm 0.15 ^{bc}				T5	62.02 \pm 0.20 ^a		
	T6	55.37 \pm 0.09 ^a				T6	52.44 \pm 0.19 ^{ab}		
40	T1	25.48 \pm 0.01 ^b	8.92	<0.0001	90	T1	54.77 \pm 0.08 ^{ab}	3.70	0.0033
	T2	25.64 \pm 0.007 ^b				T2	48.36 \pm 0.07 ^b		
	T3	30.31 \pm 0.06 ^a				T3	49.77 \pm 0.09 ^b		
	T4	27.72 \pm 0.05 ^a				T4	49.72 \pm 0.10 ^b		
	T5	26.73 \pm 0.02 ^b				T5	57.31 \pm 0.16 ^a		
	T6	25.10 \pm 0.008 ^b				T6	52.22 \pm 0.08 ^{ab}		
50	T1	29.14 \pm 0.02 ^d	8.57	<0.0001	100	T1	42.84 \pm 0.11 ^d	38.26	<0.0001
	T2	30.51 \pm 0.03 ^{cd}				T2	47.14 \pm 0.09 ^{cd}		
	T3	35.16 \pm 0.09 ^{abc}				T3	43.08 \pm 0.07 ^d		
	T4	31.88 \pm 0.04 ^{bcd}				T4	53.14 \pm 0.13 ^c		
	T5	39.27 \pm 0.09 ^a				T5	78.72 \pm 0.22 ^a		
	T6	37.01 \pm 0.11 ^{ab}				T6	68.48 \pm 0.12 ^b		

Poleo *et al.* (2011) FCA rango de 1 a 2, promedio del estudio 1.6, y T5 1.34.

ECA 78.72(%).

Parámetros productivos

Media \pm desviación estándar, F y p valor de la TCE (%)

Media \pm desviación estándar, F y p valor de la GP (g/día)

Día	Tto	TCE (%) \pm D. E	F	p-valor	Día	Tto	TCE (%) \pm D. E	F	p-valor	Día	Tto	GP (g/d) \pm D. E	F	p-valor	Día	Tto	GP (g/d) \pm D. E	F	p-valor
10	T1	13.53 \pm 1.53 ^a	1.64	0.1528	60	T1	5.83 \pm 0.60 ^d	12.26	<0.0001	10	T1	0.03 \pm 0.0033 ^a	4.31	0.0010	60	T1	0.19 \pm 0.03 ^b	29.12	<0.0001
	T2	13.70 \pm 1.49 ^a				T2	6.05 \pm 0.70 ^{cd}				T2	0.02 \pm 0.0030 ^{ab}				T2	0.19 \pm 0.03 ^b		
	T3	13.57 \pm 1.70 ^a				T3	7.41 \pm 1.23 ^{ab}				T3	0.02 \pm 0.0039 ^{ab}				T3	0.29 \pm 0.05 ^a		
	T4	13.75 \pm 1.75 ^a				T4	7.83 \pm 0.83 ^a				T4	0.02 \pm 0.0041 ^{ab}				T4	0.31 \pm 0.03 ^a		
	T5	12.95 \pm 1.63 ^a				T5	6.85 \pm 1.09 ^{bc}				T5	0.02 \pm 0.0033 ^b				T5	0.28 \pm 0.05 ^a		
	T6	12.86 \pm 1.89 ^a				T6	6.96 \pm 2.10 ^{ab}				T6	0.02 \pm 0.0034 ^b				T6	0.30 \pm 0.11 ^a		
20	T1	5.96 \pm 1.26 ^c	11.96	<0.0001	70	T1	5.69 \pm 0.78 ^a	9.52	<0.0001	20	T1	0.03 \pm 0.01 ^c	12.26	<0.0001	70	T1	0.32 \pm 0.05 ^c	14.29	<0.0001
	T2	5.85 \pm 1.13 ^c				T2	6.02 \pm 1.01 ^a				T2	0.03 \pm 0.01 ^c				T2	0.35 \pm 0.07 ^{bc}		
	T3	6.81 \pm 1.52 ^{bc}				T3	4.34 \pm 1.38 ^c				T3	0.03 \pm 0.01 ^{bc}				T3	0.30 \pm 0.10 ^c		
	T4	7.36 \pm 1.39 ^{ab}				T4	5.50 \pm 1.15 ^{ab}				T4	0.04 \pm 0.01 ^{ab}				T4	0.42 \pm 0.10 ^{ab}		
	T5	7.99 \pm 1.98 ^a				T5	6.18 \pm 1.07 ^a				T5	0.04 \pm 0.01 ^a				T5	0.49 \pm 0.11 ^a		
	T6	7.81 \pm 1.29 ^{ab}				T6	4.71 \pm 2.04 ^{bc}				T6	0.04 \pm 0.01 ^a				T6	0.35 \pm 0.14 ^{bc}		
30	T1	3.88 \pm 0.70 ^c	13.04	<0.0001	80	T1	3.76 \pm 0.77 ^{ab}	6.78	<0.0001	30	T1	0.03 \pm 0.0049 ^d	35.40	<0.0001	80	T1	0.34 \pm 0.07 ^b	7.43	<0.0001
	T2	4.27 \pm 0.60 ^{bc}				T2	3.51 \pm 0.79 ^{ab}				T2	0.03 \pm 0.0048 ^d				T2	0.32 \pm 0.07 ^b		
	T3	4.18 \pm 1.08 ^{bc}				T3	4.11 \pm 1.11 ^a				T3	0.03 \pm 0.01 ^{cd}				T3	0.43 \pm 0.13 ^a		
	T4	4.93 \pm 1.59 ^b				T4	2.71 \pm 0.89 ^c				T4	0.04 \pm 0.01 ^b				T4	0.31 \pm 0.09 ^b		
	T5	4.61 \pm 1.90 ^{bc}				T5	3.48 \pm 1.14 ^{ab}				T5	0.04 \pm 0.02 ^{bc}				T5	0.43 \pm 0.14 ^a		
	T6	6.22 \pm 1.20 ^a				T6	3.30 \pm 1.13 ^{bc}				T6	0.06 \pm 0.01 ^a				T6	0.37 \pm 0.13 ^{ab}		
40	T1	3.33 \pm 0.26 ^{bc}	23.99	<0.0001	90	T1	4.43 \pm 0.61 ^a	7.85	<0.0001	40	T1	0.04 \pm 0.0021 ^{bc}	8.95	<0.0001	90	T1	0.60 \pm 0.09 ^{ab}	3.69	0.0034
	T2	3.56 \pm 0.27 ^{ab}				T2	3.94 \pm 0.52 ^{ab}				T2	0.04 \pm 0.00097 ^{bc}				T2	0.53 \pm 0.08 ^b		
	T3	3.81 \pm 0.83 ^a				T3	3.58 \pm 0.77 ^b				T3	0.05 \pm 0.01 ^a				T3	0.55 \pm 0.10 ^b		
	T4	3.20 \pm 0.65 ^{bc}				T4	3.52 \pm 0.66 ^b				T4	0.04 \pm 0.01 ^{ab}				T4	0.55 \pm 0.11 ^b		
	T5	3.08 \pm 0.45 ^c				T5	3.55 \pm 0.96 ^b				T5	0.04 \pm 0.0037 ^{bc}				T5	0.63 \pm 0.17 ^a		
	T6	2.51 \pm 0.19 ^d				T6	3.63 \pm 0.53 ^b				T6	0.04 \pm 0.0011 ^c				T6	0.57 \pm 0.09 ^{ab}		
50	T1	5.50 \pm 0.33 ^b	4.75	0.0004	100	T1	3.91 \pm 0.76 ^{bc}	18.32	<0.0001	50	T1	0.10 \pm 0.01 ^d	8.55	<0.0001	100	T1	0.81 \pm 0.21 ^d	38.24	<0.0001
	T2	5.91 \pm 0.64 ^{ab}				T2	4.35 \pm 0.70 ^b				T2	0.10 \pm 0.01 ^{cd}				T2	0.90 \pm 0.16 ^{cd}		
	T3	6.00 \pm 1.20 ^{ab}				T3	3.71 \pm 0.62 ^c				T3	0.12 \pm 0.03 ^{abc}				T3	0.82 \pm 0.13 ^d		
	T4	5.36 \pm 0.57 ^b				T4	4.34 \pm 0.95 ^b				T4	0.11 \pm 0.01 ^{bcd}				T4	1.01 \pm 0.25 ^c		
	T5	6.25 \pm 1.03 ^a				T5	5.30 \pm 1.15 ^a				T5	0.13 \pm 0.03 ^a				T5	1.50 \pm 0.41 ^a		
	T6	5.48 \pm 1.18 ^b				T6	5.23 \pm 0.79 ^a				T6	0.13 \pm 0.04 ^{ab}				T6	1.30 \pm 0.23 ^b		

Tenazoa (2010) quinoa en cachama, ganancia de peso diaria 1.7. Malpica *et al.* (2014) balanceado en cachama, G/P 0.84
Potencial de alimentos alternativos

Atencio *et al.* (2003) alevines de bocachico alimentados con nauplios de artemia con TCE 4.28%. En este estudio T5 5.30%.

Valeyudhannair *et al.* (2014) enriquecimiento de nauplios Instar II (0.6g/L espirulina) en pez de agua dulce Catla catla.

Parámetros productivos

Media \pm desviación estándar, F y p valor de la variable ICC

Día	Tto	ICC \pm D. E	F	p-valor	Día	Tto	ICC \pm D. E	F	p-valor
10	T1	1.45 \pm 0.35 ^b	5.75	0.0001	60	T1	1.54 \pm 0.15 ^c	27.85	<0.0001
	T2	1.77 \pm 0.31 ^a				T2	1.83 \pm 0.25 ^b		
	T3	1.65 \pm 0.42 ^{ab}				T3	1.75 \pm 0.13 ^b		
	T4	1.59 \pm 0.32 ^{ab}				T4	2.12 \pm 0.20 ^a		
	T5	1.44 \pm 0.33 ^b				T5	2.17 \pm 0.40 ^a		
	T6	1.77 \pm 0.27 ^a				T6	2.04 \pm 0.29 ^a		
20	T1	1.60 \pm 0.31 ^a	1.16	0.3333	70	T1	1.83 \pm 0.19 ^{ab}	5.97	<0.0001
	T2	1.59 \pm 0.21 ^a				T2	1.92 \pm 0.17 ^a		
	T3	1.48 \pm 0.23 ^a				T3	1.87 \pm 0.21 ^a		
	T4	1.59 \pm 0.29 ^a				T4	1.88 \pm 0.11 ^a		
	T5	1.62 \pm 0.23 ^a				T5	1.95 \pm 0.18 ^a		
	T6	1.53 \pm 0.30 ^a				T6	1.73 \pm 0.16 ^b		
30	T1	1.47 \pm 0.18 ^a	1.12	0.3534	80	T1	1.55 \pm 0.13 ^c	14.54	<0.0001
	T2	1.57 \pm 0.38 ^a				T2	1.77 \pm 0.22 ^b		
	T3	1.60 \pm 0.34 ^a				T3	1.74 \pm 0.15 ^b		
	T4	1.50 \pm 0.16 ^a				T4	1.82 \pm 0.15 ^{ab}		
	T5	1.54 \pm 0.18 ^a				T5	1.93 \pm 0.25 ^a		
	T6	1.56 \pm 0.14 ^a				T6	1.72 \pm 0.12 ^b		
40	T1	1.85 \pm 0.38 ^a	0.23	0.9485	90	T1	1.89 \pm 0.12 ^b	19.04	<0.0001
	T2	1.84 \pm 0.34 ^a				T2	1.94 \pm 0.09 ^b		
	T3	1.80 \pm 0.22 ^a				T3	1.84 \pm 0.15 ^b		
	T4	1.85 \pm 0.27 ^a				T4	1.89 \pm 0.19 ^b		
	T5	1.88 \pm 0.23 ^a				T5	2.15 \pm 0.14 ^a		
	T6	1.84 \pm 0.16 ^a				T6	1.85 \pm 0.14 ^b		
50	T1	1.76 \pm 0.29 ^a	2.17	0.0590	100	T1	2.14 \pm 0.10 ^{ab}	2.99	0.0129
	T2	1.81 \pm 0.37 ^a				T2	2.16 \pm 0.14 ^{ab}		
	T3	1.77 \pm 0.32 ^a				T3	2.19 \pm 0.12 ^{ab}		
	T4	1.95 \pm 0.44 ^a				T4	2.11 \pm 0.21 ^b		
	T5	1.73 \pm 0.20 ^a				T5	2.23 \pm 0.10 ^a		
	T6	1.72 \pm 0.19 ^a				T6	2.13 \pm 0.18 ^{ab}		

Malpica *et al.* (2014) balanceado en cachama ICC 2.4.
El rango óptimo para esta especie oscila entre 2 a 2.5.



Tratamiento 1



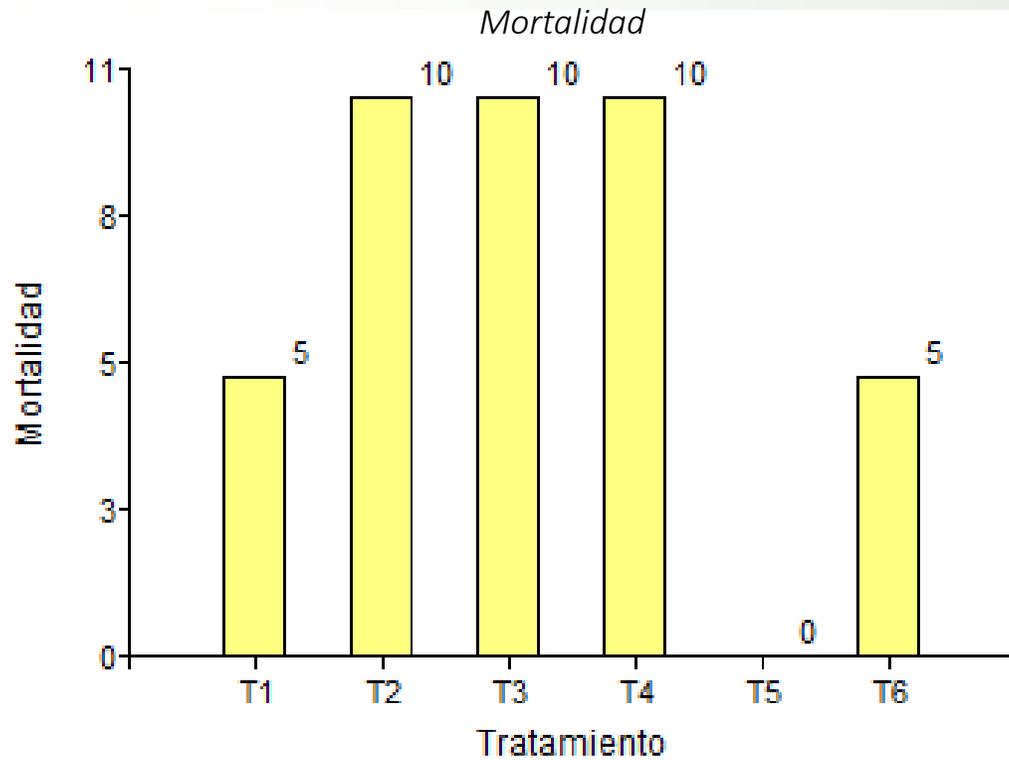
Siembra de alevines



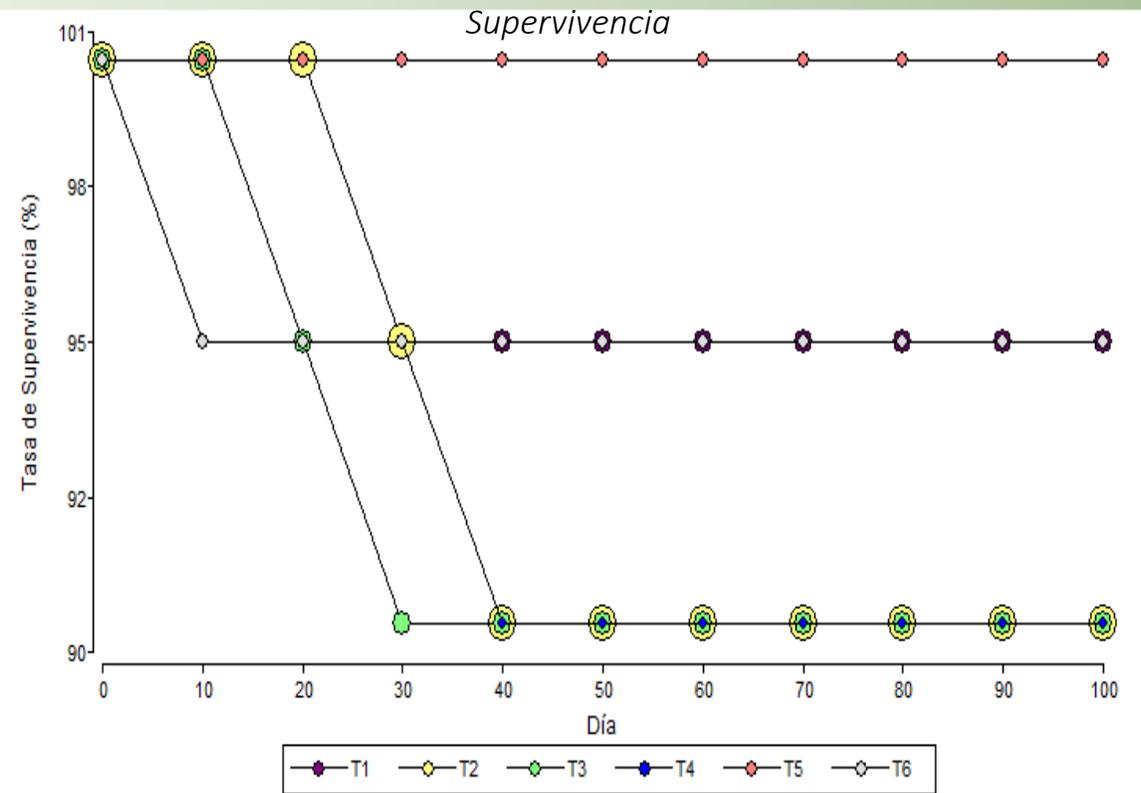
Tratamiento 5



Parámetros productivos



Quintero *et al.* (2009) artemia enriquecida con espirulina suministrada en especie **nativa** bocachico, supervivencia de 62.6% vs 93.3%.

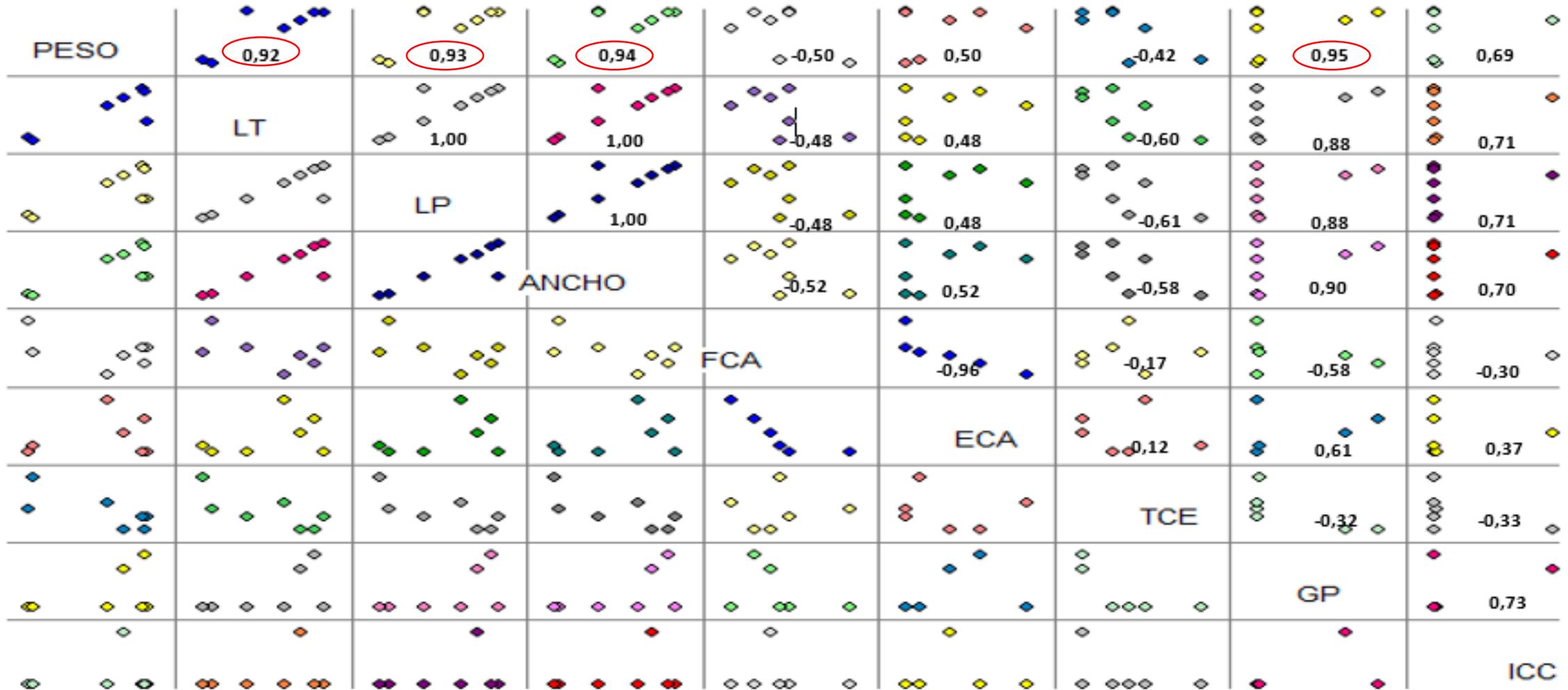


Cuan *et al.* (2021) alevines de cachama alimentados con balanceado, supervivencia de 78.98%.

Artemia no se descompone, manteniendo una buena calidad del agua.

Organismo libre de enfermedades (corión hospedador de esporas).

Correlación de Pearson



Índices cercanos o iguales a 1, aseguran un mayor nivel de correlación entre variables.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Variable	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimiento (kg)	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Rendimiento ajustado (kg)	4750	4500	4500	4500	5000	4750
Utilidad bruta (USD/Tto)	23750	22500	22500	22500	25000	23750
Costo T1 (USD/Tto)	8155,56	-	-	-	-	-
Costo T2 (USD/Tto)	-	8155,56	-	-	-	-
Costo T3 (USD/Tto)	-	-	7848,70	-	-	-
Costo T4 (USD/Tto)	-	-	-	7848,70	-	-
Costo T5 (USD/Tto)	-	-	-	-	8196,82	-
Costo T6 (USD/Tto)	-	-	-	-	-	8196,82
Costo variable total (USD/Tto)	8155,56	8155,56	7848,70	7848,70	8196,82	8196,82
Beneficio neto (USD/Tto)	15594,44	14344,44	14651,28	14651,30	16803,18	15553,18

T5 mayor Beneficio neto

Costo variable mayor para T5 y T6, insumos con mayor costo, menor porcentaje de mortalidad.

Agroproyectos (2013) $R B/C \geq 1$ proyecto rentable con ganancia extra.

Relación	Tratamiento					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Beneficio/Costo	1,91	1,76	1,87	1,87	2,05	1,90

CONCLUSIONES

Con la inclusión de nauplios de artemia salina enriquecidos con espirulina y una frecuencia de suministro de balanceado de 4 veces/día se obtuvieron individuos con mayor peso corporal y mayor ancho con respecto al tratamiento en el que únicamente se suministró balanceado comercial.

Los alevines de cachama a los que se les suministró nauplios enriquecidos y balanceado con una frecuencia de 4 veces/día presentaron mayores valores para las variables; TCE, GP, ICC y mortalidad con promedios de 78.72%, 1.50 g/día, 2.23 y 0% respectivamente.

El análisis económico determinó que, a pesar de que el tratamiento 5 mostró el costo más alto (8196.82 USD) debido al uso de un mayor número de insumos, obtuvo mayor beneficio/costo (16803,18 USD) debido a la nula tasa de mortalidad que presentó. Con respecto a la relación B/C, a pesar de que todos los tratamientos son rentables, el T5 supera al resto debido a que presenta un mayor índice de beneficio/costo (2.05 USD).

RECOMENDACIONES

Se recomienda suministrar artemia salina enriquecida con espirulina, en dosis de acuerdo con el mejor tratamiento, a especies acuícolas cuyo atractivo comercial sea la coloración de su carne como la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), debido a que este micro crustáceo por su elevado contenido de carotenoides (color naranja) incrementa la pigmentación rosada de la carne, piel o pelaje de diferentes especies que la consumen.

Evaluar diferentes dosis de enriquecimiento de artemia salina con espirulina, con la intención de determinar si el resultado de las diferentes variables analizadas es viable.

Realizar investigaciones con las mismas condiciones de este estudio, en etapa de comercialización de la cachama con el fin de determinar si el uso de artemia salina presenta efectos positivos en la pigmentación de la carne de la especie.

Se recomienda llevar a cabo este estudio en el sector amazónico, nicho adecuado para esta especie acuícola.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Ing. Juan Ortíz Ph.D.
Ing. Julio Pazmiño
Ing. Diego Vela

¡Gracias!



GOBIERNO DE
PICHINCHA
EFICIENCIA Y SOLIDARIDAD

Ing. Miguel Anasi



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA