

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**“EFECTOS DE LOS ÁCIDOS ORGÁNICOS COMO COADYUVANTE EN EL
CULTIVO DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*), DURANTE LA ETAPA DE PRE-
ENGORDE Y PRE-VACUNACIÓN EN JAULAS FLOTANTES EN SANTA CRUZ DE
YOJOA, CORTES”**

POR:

BESSY GABRIELA VARGAS MATUTE

TESIS

MEDICINA VETERINARIA



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

NOVIEMBRE 2025

“EFECTO DE LOS ÁCIDOS ORGÁNICOS COMO COADYUVANTE EN EL CULTIVO DE
TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp.*), DURANTE LA ETAPA DE PRE-ENGORDE Y PRE-
VACUNACIÓN EN JAULAS FLOTANTES EN SANTA CRUZ DE YOJOA, CORTES”

POR:

BESSY GABRIELA VARGAS MATUTE

ING. JEANCARLOS SANTOS

Asesor principal

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MEDICO VETERINARIO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

NOVIEMBRE 2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, porque sin su guía y su infinita misericordia nada sería posible. Por darme la fortaleza necesaria para superar cada obstáculo, la sabiduría para seguir aprendiendo y la paciencia para alcanzar mis metas. Gracias por bendecirme con salud, con fe y con el amor incondicional de mi familia.

A mis papás, Ligia Patricia Matute García y Aldo Fernando Vargas Argueta, por ser ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y dedicación. Por su apoyo constante, sus consejos y por motivarme siempre a seguir adelante con firmeza y humildad. Gracias por ser mi mayor inspiración y por enseñarme que el trabajo con honestidad siempre da frutos.

A mi hermana, Fabiola Alejandra Vargas Matute, por acompañarme con cariño y alegría, por sus palabras de ánimo y por compartir conmigo cada paso de este camino. Gracias por ser una fuente constante de apoyo y motivación.

A todos mis familiares, amigos y personas especiales que, de una u otra forma, me apoyaron con sus palabras, su tiempo y su compañía. Cada gesto de ustedes fue fundamental para alcanzar este sueño que hoy se convierte en realidad.

AGRADECIMIENTO

A **Dios todo poderoso**, por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles, por darme la sabiduría, la fortaleza y la paciencia necesarias para culminar con éxito esta etapa tan importante de mi vida. Gracias por iluminar mi camino y por brindarme cada día las bendiciones que hicieron posible este logro.

A mis padres, por su amor incondicional, sus sacrificios y por ser mi mayor fuente de inspiración. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la constancia y la humildad. Todo lo que soy y he alcanzado se lo debo en gran parte a ustedes.

A mis asesores externos, **MV Jaime Javier Corea, Ing. José Anael Padilla Moreira, Marcos Moreno y Roberto Manzanares**, por compartir conmigo su conocimiento, por su paciencia, orientación y por brindarme el apoyo necesario para desarrollar con éxito mi trabajo de investigación. Agradezco profundamente las enseñanzas que contribuyeron a mi crecimiento técnico y personal.

A mis asesores en la universidad, **Ing. Jeancarlos Paz, Ing. Mario Hernández y Ph D Rubén Aquino**, por su valioso acompañamiento, por sus consejos y por guiarme durante el proceso de elaboración de este trabajo. Su apoyo y compromiso fueron fundamentales para alcanzar este objetivo académico.

A mi amigo **MV Elfrego**, por sus consejos, apoyo y amistad incondicional. Gracias por estar presente y ayudarme en los momentos clave de este proceso.

A mi compañera **Arianna Gisel Erazo Montalván**, por compartir conmigo esta experiencia, por su compañía constante, apoyo y amistad durante este proceso. Gracias por ser parte de este camino y hacerlo más llevadero y significativo.

Asimismo, extiendo mi gratitud a **Los Omares y a mi cuadrilla**, por su compromiso, esfuerzo y colaboración durante todo el proceso. Su ayuda y buena voluntad hicieron posible superar los retos y avanzar con entusiasmo en cada etapa del ensayo.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de esta meta, brindándome su ayuda, ánimo y motivación en cada etapa del camino.

CONTENIDO

	Pág
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
CONTENIDO	vi
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos.....	3
III REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Importancia de la tilapia roja en la acuicultura.....	4
3.2 Fase pre-vacunación y salud del pez	4
3.3 Uso de aditivos orgánicos en acuicultura	5
3.4 Mecanismos de acción de los ácidos orgánicos.....	6
3.5 Bacfun Total y Energy Feed Premix	6
3.6 Uso de adherentes.....	6
3.7 Aplicación en campo y adherencia al alimento	7
3.8 Evidencia de su efecto inmunoestimulante	7
3.9 Fase de pre-engorde y su relevancia sanitaria	8
IV MATERIALES Y METODOS	9
4.1 Lugar del estudio	9
4.2 Materiales y equipo	9

4.3 Diseño experimental	10
4.4 Uso de ácidos orgánicos	11
4.4.1 La mezcla de aditivos incluye	11
Diseño de jaulas flotantes	13
4.5 Preparación del alimento	14
4.6 Duración del experimento	16
4.7 Variables evaluadas	16
4.7.1 Indicadores productivos.....	16
4.7.2 Indicadores de salud	17
4.8 Parámetros fisicoquímicos del agua	18
4.8.1 Oxígeno disuelto (mg/L o % saturación).....	18
4.8.2 Temperatura (°C).....	18
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1 Indicadores productivos.....	19
5.1.1 Peso promedio	19
5.1.2 FCR.....	20
5.1.3 SGR	21
5.2 Indicadores de salud	22
5.2.1 Mortalidad	22
5.2.2 Sobrevivencia	23
5.2.3 Robustez	24
5.3 Parámetros fisicoquímicos del agua	25
5.3.1 Temperatura.....	25
VI CONCLUSIONES.....	27
VII RECOMENDACIONES	28
VIII BIBLIOGRAFÍA.....	29
IX ANEXOS	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. Diagrama resumen del diseño experimental del proyecto	12
Figura 3 . Diseño completamente al azar de jaulas para ensayo experimental con aditivos orgánicos.....	13
Figura 4. Evolución del peso promedio de tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>) durante un periodo experimental de 2 meses en el centro de producción de la Empresa Modulo Comunitario. 19	
Figura 5. Factor de conversión alimenticia en Tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>) bajo diferentes dosis de tratamiento.	20
Figura 6. Tasa de crecimiento específico (SGR) durante las semanas de evaluación.....	21
Figura 7. Porcentaje de mortalidad de peces en los diferentes tratamientos durante 9 semanas.....	22
Figura 8. Porcentaje de sobrevivencia de los tratamientos 1, 2 y testigo o control.....	23
Figura 9. Índice de Robustez en Tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>) durante 9 semanas de ensayo.	24
Figura 10. Variación de parámetros de temperatura durante el ensayo con Tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>).....	25
Figura 11. Variación de parámetros de oxígeno durante el ensayo con Tilapia roja (<i>Oreochromis sp.</i>).....	25
Figura 14 Análisis de varianza para la variable Peso Promedio.	31
Figura 15 Análisis de varianza para la variable FCR.	31
Figura 16 Análisis de varianza para la variable SGR.....	31
Figura 17 Análisis de varianza para la variable Mortalidad.....	32
Figura 18 Análisis de varianza para la variable Sobrevivencia.....	32
Figura 19 Análisis de varianza para la variable Robustez.....	32
Figura 20 Análisis de varianza para la Mortalidad Post Vacuna.....	33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de sus funciones en la piscicultura	5
Tabla 2. Dieta de alimento utilizada según la etapa de la tilapia en la empresa.....	14
Tabla 3. Datos de alimentación asignado al tratamiento 1 (2kg de aditivo/tonelada de alimento).....	14
Tabla 4. Datos de alimentación asignado al tratamiento 2 (3kg de aditivo/tonelada de alimento).....	15
Tabla 5. Datos de alimentación asignado a jaulas control (Alimento comercial sin aditivo)	15
Tabla 6. Guía de alimento según peso y porcentaje de biomasa utilizada en la empresa ...	15

Vargas Matute, B. 2025. Efectos de los ácidos orgánicos como coadyuvante en el cultivo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), durante la etapa de pre-engorde y pre-vacunación en jaulas flotantes en Santa Cruz de Yojoa, Cortes. Universidad Nacional de Agricultura. Tesis. Médico Veterinario. Pág. 49.

RESUMEN

La investigación se realizó en las instalaciones del Centro de Producción de la Empresa, Modulo Comunitario ubicada en El Embalse (El Cajón), Municipio de Santa Cruz de Yojoa, Cortes, con el objetivo de evaluar el efecto de los ácidos orgánicos como coadyuvante en el cultivo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), durante la etapa de pre-engorde y pre-vacunación mediante indicadores de salud como ser mortalidad, robustez, y sobrevivencia; e indicadores productivos como ser FCR, SGR y peso promedio. Donde se utilizaron 150 peces para aplicar un tratamiento con 3 repeticiones cada uno, completando 9 unidades experimentales con un diseño completamente al azar (DCA) en jaulas flotantes, teniendo una profundidad de 4 metros cada una; con dosis distintas, donde el T1 fue a dosis de 3 kg de aditivo por tonelada de alimento, el T2 a dosis de 2 kg/t, y un grupo testigo o control. Según los análisis realizados no se mostraron diferencias significativas para la variable de peso promedio, donde el T1 fue de 29.07 %, 27.38 % para el T2, 28.13 % de peso promedio para el C. Para la variable de factor de conversión alimenticia, según los análisis no se presentó diferencias significativas, siendo el promedio para el T1 de 0.8%, 1.4 % para el T2, 1.3 % en el C. Sucediendo lo mismo para la variable SGR, donde no se presentan diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de los tratamientos y testigos. Para la variable mortalidad no se mostraron diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos siendo el T1 de 3.5 %, y 3.3% para T2 Y C. En la variable de robustez y sobrevivencia no se mostró diferencia significativa en el T1 respecto a los promedios de los demás tratamientos. Seguido para la mortalidad post vacuna donde el T1 tuvo mejores resultados, pero no estadísticamente significativos. Esto significa que los promedios de los tratamientos fueron similares entre si estadísticamente.

Palabras claves: Tilapia, Ácidos orgánicos, Mortalidad, Vacuna.

I INTRODUCCIÓN

La tilapia roja (*Oreochromis sp.*) es una de las especies acuícolas más cultivadas en Honduras debido a su adaptabilidad, rápido crecimiento y buena aceptación en el mercado nacional e internacional. En el contexto del módulo comunitario ubicado en la represa hidroeléctrica El Cajón, en Santa Cruz de Yojoa, la producción de tilapia representa una fuente clave de desarrollo económico para las comunidades rurales.

En los sistemas intensivos de cultivo, como los manejados en el área de producción del módulo comunitario, la salud y el bienestar de los peces son fundamentales para asegurar altos niveles de eficiencia productiva. Sin embargo, durante la fase de pre-engorde, los peces están expuestos a factores de estrés como la manipulación, las altas densidades y las condiciones ambientales, lo que puede debilitar su sistema inmune y predisponerlos a enfermedades, especialmente antes del proceso de vacunación. (González, 2025)

Ante esta situación, los acidificantes en el alimento para peces pueden ayudar a combatir bacterias dañinas de forma similar a los antibióticos, modificando positivamente el microbioma intestinal y fortaleciendo el sistema inmunitario. (Rasid, *et al.* 2024) Estos compuestos, al ser incorporados en el alimento, actúan como moduladores del microbiota intestinal, mejoran la digestibilidad y fortalecen las defensas naturales de los peces. Su aplicación en la etapa pre-vacunación podría optimizar las condiciones fisiológicas.

A pesar de sus beneficios potenciales, es necesario validar su eficacia bajo condiciones reales de producción. Por ello, el presente estudio se propone evaluar el uso de ácidos orgánicos en dosis diferentes, en la dieta de tilapia roja durante la fase de pre-engorde en el área de

producción del módulo comunitario, con el fin de determinar su efecto como coadyuvante en la salud previo a la vacunación

II OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar el uso de ácidos orgánicos como coadyuvantes en la salud de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) durante la fase de pre-engorde en el área de producción del módulo comunitario ubicado en la represa hidroeléctrica El Cajón, Santa Cruz de Yojoa

2.2 Específicos

Evaluar el efecto de una mezcla de dos ácidos orgánicos (1:1), aplicada en diferentes dosis, sobre la eficiencia productiva de los peces, mediante la comparación de la ganancia de peso, conversión alimenticia y sobrevivencia durante las etapas del tratamiento.

Evaluar la salud de la tilapia roja suplementadas con dietas que contienen ácidos orgánicos, mediante el análisis de parámetros como la mortalidad, sobrevivencia, y robustez corporal.

Monitorear semanalmente parámetros fisicoquímicos del agua, como temperatura y oxígeno disuelto, durante el periodo experimental.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Importancia de la tilapia roja en la acuicultura

La fuerte demanda de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en todo el mundo y el potencial de mercado interno insatisfecho, ha provocado que su producción resulte ser un negocio atractivo para nuevos inversionistas. El clima en la costa norte de Honduras es muy favorable para la producción de esta especie ya que se mantiene a la temperatura ideal durante todo el año (25 – 32 °C). Esta producción se puede realizar en dos tipos de sistemas, uno que es en jaulas y el otro en estanques. (Handal, 2006)

En Honduras el mercado de tilapia se encuentra en crecimiento ya que gran cantidad del producto se comercializa en la forma entera fresca y congelada sin vísceras, dando valor agregado a una pequeña porción de la producción para ser comercializada en la forma de filete fresco. La producción de tilapia en jaulas se realiza sobre el cuerpo de agua, en el cual emergen estructuras flotantes especialmente diseñadas para la producción acuícola. (Suárez, 2003)

3.2 Fase pre-vacunación y salud del pez

Durante las primeras etapas del cultivo, los alevines presentan una mayor susceptibilidad a enfermedades infecciosas. Por ello, es fundamental reforzar el sistema inmune antes del proceso de vacunación, para lograr una respuesta efectiva y reducir mortalidades, ya que los peces son muy sensibles al estrés. El estrés crónico debilita su sistema inmune, reduce el

crecimiento y aumenta la mortalidad (Murnyak, 2010). Actualmente en el módulo comunitario el peso ideal de vacunación es de 50 – 70 gramos, anterior a ese peso deben realizarse las mejores técnicas de manejo para evitar que el estrés debilite al alevín.

3.3 Uso de aditivos orgánicos en acuicultura

Los ácidos orgánicos se emplean en la piscicultura fundamentalmente para mejorar la salud intestinal, la digestión, la respuesta inmunológica y proporcionar un efecto antimicrobiano natural. Reduciendo de igual forma el pH intestinal, lo que activa enzimas digestivas como la pepsina y mejora la utilización de proteínas y minerales. Los ácidos de cadena corta (fórmico, butírico, propiónico) reducen la proliferación de bacterias Gram negativas al penetrar sus membranas y acidificar su interior, lo que protege la salud intestinal. (Ng, 2018)

Tabla 1.

Resumen de sus funciones en el organismo de los peces

Función	Descripción
Digestión	Mejora pH, activa enzimas, absorción de proteínas y minerales
Salud intestinal	Controla bacterias patógenas y favorece bacterias buenas
Crecimiento	Aumenta tasa de crecimiento y mejor conversión alimenticia
Inmunidad	Refuerza el sistema inmunológico
Conservación	Inhibe deterioro microbiano del alimento almacenado

(AGROVET, 2025)

3.4 Mecanismos de acción de los ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos (como formiato y propionato) afectan bacterias patógenas, alteran el pH intestinal, mejoran la absorción de nutrientes y fortalecen la microbiota intestinal. (Bal *et al.* 2019)

3.5 Bacfun Total y Energy Feed Premix

El Bacfun Total contiene ácidos orgánicos y sales que ayudan a reducir el pH del tracto gastrointestinal e inhiben el crecimiento de bacterias patógenas, ayuda a bajar la carga de bacterias, levaduras y hongos, contribuyendo a una mejor salud intestinal de los animales. Al ingerir el animal el alimento, evita la proliferación descontrolada de flora potencialmente patógena en los diferentes tramos del tracto digestivo, evitando la aparición de disbiosis intestinales y diarreas. El Energy Feed Premix, por su parte, está formulado para mejorar la conversión alimenticia, el metabolismo hepático y el uso de grasas, fortaleciendo así la salud general del pez. (AGROVET, 2025)

3.6 Uso de adherentes

En acuicultura, los adherentes y aditivos se utilizan para mejorar la calidad del alimento, la salud de los animales acuáticos y la eficiencia de la producción. Los adherentes facilitan la formación de pellets y reducen el desperdicio de alimento, mientras que los aditivos, como probióticos, prebióticos y estimulantes inmunológicos, mejoran la digestión, la resistencia a enfermedades y el crecimiento de los organismos acuáticos. (Megasupply, 2025)

3.7 Aplicación en campo y adherencia al alimento

La aplicación de aditivos mediante productos aglomerantes como Megapellet permite su incorporación directa al alimento, evitando pérdidas por lixiviación y garantizando su efectividad. Favoreciendo la digestión y absorción de nutrientes (proteínas, minerales como fósforo) en pescado, mientras ejercen un efecto antimicrobiano en el intestino al acidificar el contenido, inhibiendo bacterias patógenas y potenciando microbiota beneficiosa, traducándose en mayor crecimiento, eficiencia alimenticia y resistencia a enfermedades en condiciones de granja. (Ng, 2018)

3.8 Evidencia de su efecto inmunoestimulante

Estudios han demostrado que el uso de aditivos como ácidos orgánicos mejora la integridad intestinal, reduce la incidencia de enfermedades y potencia la respuesta inmunológica, haciendo más efectiva la respuesta a vacunación en tilapia. Un trial con tilapia híbrida mostró que la mezcla de ácidos orgánicos mejoró parámetros sanguíneos y aumentó la actividad de lisozima, además de mejorar el sistema intestinal, lo que sugiere un refuerzo indirecto de la inmunidad. (Reda, 2016)

Los ácidos orgánicos, a menudo conocidos como acidificantes, son una de estas opciones que desempeñan un papel importante en la salud digestiva de los peces. Como analogía, los acidificantes en el alimento para peces pueden ayudar a combatir bacterias dañinas de forma similar a los antibióticos, modificando positivamente el microbioma intestinal y fortaleciendo el sistema inmunitario. No solo facilitan la digestión del alimento; también pueden aumentar la capacidad del cuerpo para absorber minerales. (Rasid, *et al.* 2024)

En la alimentación acuícola, se ha establecido la suplementación dietética de ácidos orgánicos y sus sales como promotores del crecimiento. El uso de acidificantes en los piensos acuícolas requiere un enfoque diferente debido a la diversificación de los hábitos alimentarios

y a la amplia variación de la estructura y la función fisiológica del sistema digestivo. Los ácidos orgánicos dietéticos pueden aumentar la producción de enzimas pancreáticas, disminuir los niveles de pH del estómago, inhibir patógenos, proporcionar energía, mejorar la utilización de minerales y mejorar la digestibilidad de nutrientes, todo lo cual mejora el rendimiento del desarrollo de los peces. (Fabay, *et al.* 2022)

3.9 Fase de pre-engorde y su relevancia sanitaria

La fase de pre-engorde es crítica en el cultivo de tilapia, ya que los peces se preparan para procesos posteriores, como la vacunación, y están particularmente vulnerables al estrés y a enfermedades que pueden afectar su desempeño productivo y su tasa de sobrevivencia (García *et al.*, 2019). El manejo adecuado durante esta etapa es fundamental para asegurar el éxito del cultivo y la salud del stock.

IV MATERIALES Y METODOS

4.1 Lugar del estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el embalse de El Cajón en el área de producción de la Empresa Modulo Comunitario, que está ubicada a 28 kilómetros al norte de la ciudad de Santa Cruz de Yojoa Cortes. Las condiciones ambientales del embalse son un clima tropical, el agua del embalse conserva una temperatura promedio de 27 °C y con una precipitación media de 1400 mm al año.

4.2 Materiales y equipo

- Jaulas flotantes
- Alevines de tilapia roja
- Alimento balanceado comercial
- Bacfun Total
- Energy Feed Premix
- Megapellet (aglutinante)
- Balanza digital de precisión
- Oxímetro portátil
- Malla de muestreo
- Recipientes plásticos (cubetas, bandejas)
- Regla
- Equipo de protección personal (guantes, botas, delantal, mascarilla)
- Bolsas o sacos herméticos y etiquetas para el alimento tratado
- Cuaderno o bitácora de campo
- Formatos de registro de crecimiento, mortalidad y parámetros fisicoquímicos
- Computadora o tablet para análisis de datos
- Cámara fotográfica o celular para registro visual

- Solución salina fisiológica
- Portaobjetos, cubreobjetos y colorantes (azul de metileno o lugol)

4.3 Diseño experimental

El estudio se desarrolló en jaulas flotantes, nueve unidades experimentales en total, tres para cada tratamiento y tres del grupo control, utilizando alevines de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) con peso inicial promedio de 2.5 gramos. Cada jaula tuvo 150 peces bajo iguales condiciones de manejo. Teniendo 450 peces por tratamiento y un total de 1,350.

Se evaluó la combinación de 2 aditivos en proporción 1:1 (Bactfun: Energy Feed) utilizando dos concentraciones diferentes, constituyendo cada concentración un tratamiento, de cada tratamiento se realizaron tres repeticiones, incluyendo el grupo control.

La mezcla se preparó disolviendo el Megapellet (ligante aglomerante que adhiere los aditivos al pellet) en agua, luego se incorpora el aditivo, se homogeniza, se mezcla con el alimento y se deja secar en sombra.

El periodo de alimentación fue de 40 días, hasta alcanzar un peso de 50 gramos el ensayo se realizó un monitoreo semanal de las variables a evaluar. El experimento tuvo una duración total de aproximadamente dos meses, y al finalizar se analizaron estadísticamente los resultados para evaluar el efecto de los aditivos como coadyuvantes previos a la vacunación. La cantidad de alimento cambió según la etapa en la que se encontraba, según la tasa de alimento.

4.4 Uso de ácidos orgánicos

4.4.1 La mezcla de aditivos incluye

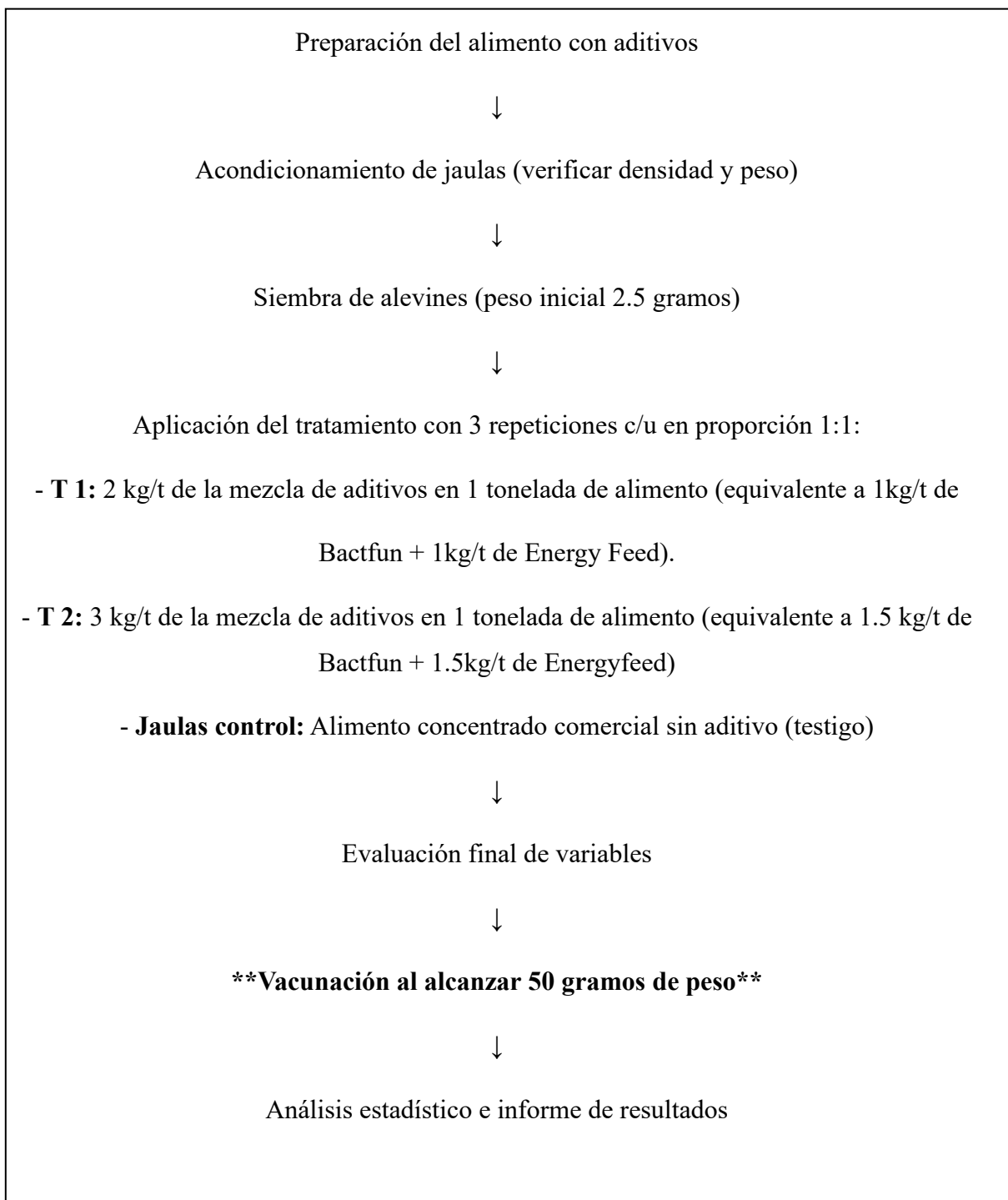
- **Bacfun Total:** aditivo en polvo compuesto por sales amoniacales como formiato y propionato, y ácidos orgánicos de cadena corta que reducen el pH y afectan directamente el efecto patógeno de bacterias, levaduras y hongos presentes en el alimento. (AGROVET, 2025)
- **Energy Feed Premix:** aditivo en polvo que se utiliza en las dietas para promover el crecimiento, mejorar parámetros productivos, mejorar parámetros reproductivos, proteger el hígado y mejorar la utilización de las grasas. (AGROVET, 2025)
- **Megapellet:** ligante-y aglomerante en polvo que permite añadir probióticos y aditivos, en campo, a los alimentos peletizados y extruidos, de una manera segura, formando una película elástica y pegajosa que encapsula al pellet a los aditivos que se desean adherir al alimento. A una dosis de 30 gramos por cada 3 litros de agua en 40 kg de alimento. (Megasupply, 2025)

El periodo de alimentación fue de 40 días, iniciando desde la siembra de los alevines hasta alcanzar el peso adecuado para vacunación (50 gramos). Durante este tiempo se realizó un monitoreo semanal, evaluando las siguientes variables:

1. Crecimiento (peso y talla)
2. Mortalidad diaria
3. Supervivencia
4. Robustez

Figura 1.

Diagrama resumen del diseño experimental del proyecto



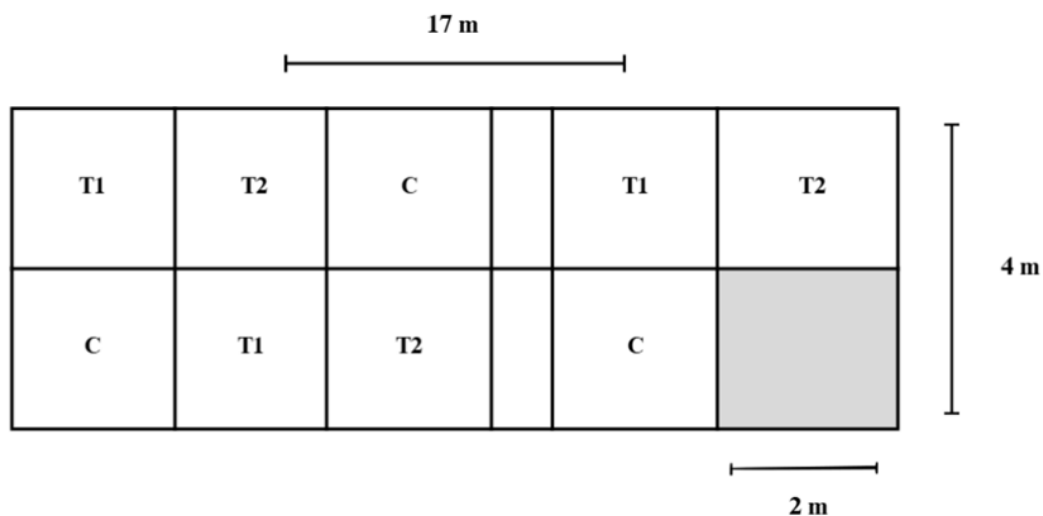
Diseño de jaulas flotantes

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) de jaulas flotantes, con una profundidad de 4 metros cada una. Con material a base de tubos de polietileno de alta densidad, las mallas que se utilizaron fueron de $\frac{1}{4}$ a un peso de siembra a 1-3 gramos, luego se realizó un cambio de malla de 1 en peso de 3 a 20 gramos, y malla de $1\frac{3}{4}$ en peso de 20 a 80 gramos. La estructura estuvo sujeta al cable 3, pero en periodo de contingencia se movilizó al cable 7, siempre correspondiente a pre-engorde.

Consta de 1 jaula de 17x4 metros, cada compartimento mide 4x2 metros, donde se dividió en 10 espacios, 3 fueron utilizadas para el tratamiento 1 (2 kg/t), 3 para el tratamiento 2 (3 kg/t) y las ultimas 3 restantes para las jaulas testigo o control donde se les brindó alimento sin aditivo. Cada espacio fue forrado por una malla de ruedo para evitar que alimento se salga de cada compartimento y una pajarrera que cubrió toda la estructura.

Figura 2

Diseño completamente al azar de jaulas para ensayo experimental con aditivos orgánicos.



4.5 Preparación del alimento

Tabla 2.

Dieta de alimento utilizada según la etapa de la tilapia en la empresa

Alimento concentrado comercial según la etapa

Peso	Porcentaje de proteína	Partícula
1 -5 gramos	45%	1.5 mm
5 -20 gramos	45%	2.2 mm
20 - 80 gramos	38%	2.5 mm

Datos tomados de la empresa Modulo Comunitario (2025).

Pasos para la preparación: se mezcló en un balde o con ayuda de una licuadora 7 gramos de adherente en medio litro de agua para 500 gramos de alimento, luego cuando se encuentre mezclado se coloca el aditivo y se vuelve a mezclar para homogenizar la mezcla, se procedió a mezclarla con el alimento, se extendió en un nylon y se dejó secar en un lugar fresco y ventilado sin exposición directa al sol. La cantidad de alimento cambió según la etapa en la que se encuentre, según la tasa de alimento. Teniendo 450 peces por tratamiento:

Tabla 3.

Datos de alimentación asignado al tratamiento 1 (2kg de aditivo/tonelada de alimento)

Alimentación tratamiento 1								
# de peces	Peso promedio	% de alimentación	Cantidad de alimento diario kg	Biomasa	Días	Alimento total kg	Aditivo	Aditivo en gramos
450	2.5	15%	0.17	1.125	10	1.69	0.0025	2.531
321	33.3	7%	0.75	10.689	24	17.21	0.02581	25.81
311	75	4%	0.82	23.325	10	8.16	0.0121	12.119

Tabla 4.*Datos de alimentación asignado al tratamiento 2 (3kg de aditivo/tonelada de alimento)*

Alimentación tratamiento 2								
# de peces	Peso promedio	% de alimentación	Cantidad de alimento diario kg	Biomasa	Días	Alimento total kg	Aditivo	Aditivo en gramos
450	2.5	15%	0.17	1.125	10	1.69	0.00169	1.6875
342	33.3	7%	0.80	11.388	23	18.34	0.01834	18.335
324	69.9	4%	0.79	22.6476	10	7.93	0.00808	7.9797

Tabla 5.*Datos de alimentación asignado a jaulas control (Alimento comercial sin aditivo)*

Alimentación jaulas testigo						
# de peces	Peso promedio	% de alimentación	Cantidad de alimento diario kg	Biomasa	Días	Alimento total kg
450	2.5	15%	0.17	1.125	10	1.69
336	32.2	7%	0.76	10.819	23	17.42
324	73.3	4%	0.83	23.749	10	8.31

Tabla 6.*Guía de alimento según peso y porcentaje de biomasa utilizada en la empresa*

Peso (gramos)	Biomasa día (%)
1 a 5	15
5 a 10	10
10 a 50	7
50 a 70	5
200 a 300	2.2

Datos tomados de Psicultura Global. (2019)

4.6 Duración del experimento

El ensayo tuvo una duración total de 2 meses y 14 días meses, iniciando desde el momento de siembra de los alevines de tilapia roja con un peso promedio de 2.5 gramos, para brindar una alimentación diaria con el tratamiento durante 40 días, luego, hasta alcanzar el peso objetivo de 50 gramos, momento en el cual fueron vacunados. Para que luego, 10 días post vacuna, realizar el monitoreo de las variables de crecimiento, mortalidad, sobrevivencia e indicadores de salud.

4.7 Variables evaluadas

Durante el período experimental se realizó un monitoreo semanal, evaluando las siguientes variables:

4.7.1 Indicadores productivos

4.7.1.1 Crecimiento: peso promedio de los peces

Se midió semanalmente mediante el muestreo aleatorio de un grupo representativo (45 peces aprox) de peces por jaula, utilizando una balanza digital de precisión. Esta variable permitió evaluar el crecimiento de los peces en respuesta a los tratamientos con aditivos orgánicos.

$$PM = kg \text{ muestreados} * 1000 / \# \text{ de peces muestreados}$$

4.7.1.2 FCR: factor de conversión alimenticia

Medida de eficiencia alimenticia en el cultivo de peces. Indica cuántos kilogramos de alimento son necesarios para producir un kilogramo de biomasa. Un FCR más bajo refleja mejor aprovechamiento del alimento, lo cual es deseable tanto desde el punto de vista económico como productivo

$$\text{Factor de conversión alimenticia (FCR)} = \frac{\text{alimento final consumido (kg)}}{\text{biomasa final (kg)}}$$

4.7.1.3 SGR: tasa de crecimiento relativo

Parámetro que indica el crecimiento diario relativo del pez en función de su peso, expresado en porcentaje por día. Sirve para comparar la eficiencia de tratamientos nutricionales como en este caso, el uso de aditivos orgánicos.

$$\text{Tasa de crecimiento relativo (SGR)} = \frac{(\ln(w_f) - \ln(w_i))}{t} \times 100$$

4.7.2 Indicadores de salud

4.7.2.1 Mortalidad

Corresponde al número de peces que mueren durante el periodo experimental. Es un indicador clave del efecto de los tratamientos sobre la salud y supervivencia de los peces. Se registrará diariamente y al final del ensayo.

$$\text{Mortalidad (\%)} = \frac{\text{número de peces muertos}}{\text{peces iniciales}} \times 100$$

4.7.2.2 Sobrevivencia (%)

Porcentaje de peces que permanecen vivos al final del ensayo experimental. Esta variable complementa la mortalidad y permite evaluar la eficacia de los tratamientos en la reducción de pérdidas. Se calculará al finalizar el estudio, con base en el número de peces sobrevivientes en cada jaula.

$$\text{Sobrevivencia (\%)} = \frac{\text{número final de peces vivos}}{\text{número de peces iniciales}} \times 100$$

4.7.2.3 Robustez corporal: como inspección física del estado general de los peces

Indicador del estado físico y de la condición nutricional del pez. Se calcula a partir de la relación entre el peso y la longitud total, así se permite evaluar si los peces presentan un crecimiento armónico y saludable. Un mayor índice de robustez indica una mejor conversión alimenticia y adecuada respuesta al tratamiento.

$$\text{Índice de robustez (IR)} = \frac{\text{peso en gramos}}{\text{longitud total}} \times 100$$

4.8 Parámetros fisicoquímicos del agua

4.8.1 Oxígeno disuelto (mg/L o % saturación)

Se midió diariamente en cada jaula, usando un oxímetro digital portátil, preferiblemente en horas de la mañana, para obtener lecturas representativas. Al igual que la temperatura se tomó este parámetro en la superficie. El rango ideal es de 3-8 mg/L.

4.8.2 Temperatura (°C)

Se registró diariamente en cada jaula, siempre a la misma hora (preferiblemente en la mañana), para mantener la consistencia de las mediciones. El rango ideal en tilapia es de 25-32 °C. Tanto oxígeno como temperatura se tomó 2 veces al día, por la mañana a las 8:00 am y por la tarde a la 1:00 pm. Para medir la temperatura del agua en las jaulas se utilizó el oxímetro portátil, se enciende el equipo para realizar una calibración, y se introduce la sonda a una profundidad superficial. Se esperó a que la lectura se estabilice, el oxímetro mostró el valor de oxígeno disuelto, y la temperatura en grados. Una vez obtenida la lectura, se registró el dato en una hoja de monitoreo.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo del experimento, se realizaron muestreos de manera semanal para evaluar los distintos parámetros de estudio. Estos muestreos se llevaron a cabo principalmente los días viernes por la mañana, con el fin de minimizar la manipulación excesiva de los peces y reducir el estrés asociado a las altas temperaturas. Esta rutina permitió obtener datos representativos sobre el comportamiento de los peces y la efectividad de los tratamientos aplicados a lo largo de todas las semanas del periodo experimental.

5.1 Indicadores productivos

5.1.1 Peso promedio

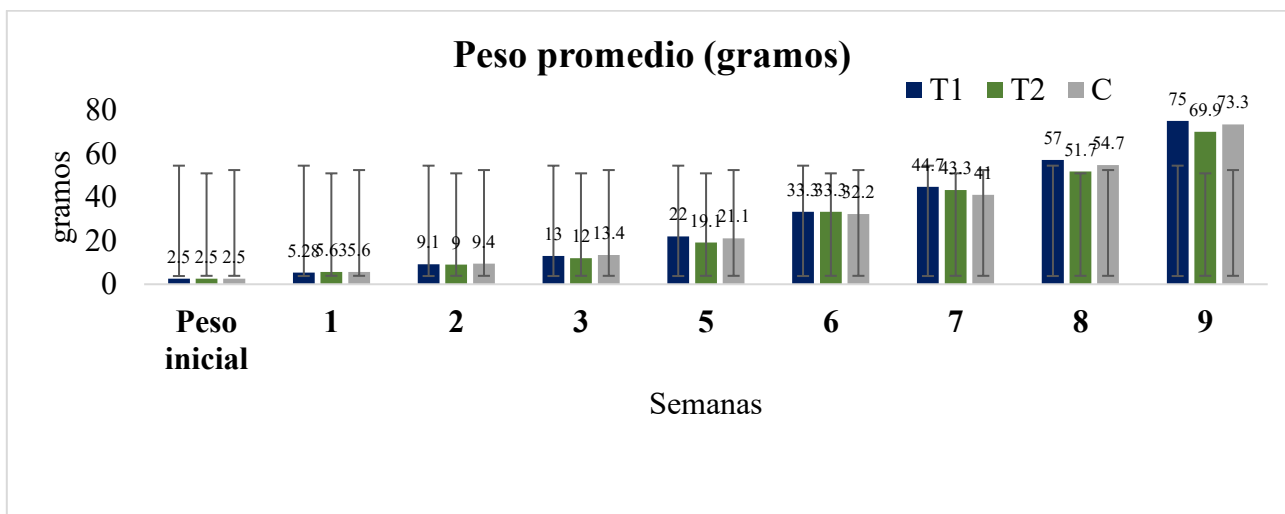


Figura 3. Evolución del peso promedio de tilapia (*Oreochromis sp.*) durante un periodo experimental de 2 meses en el centro de producción de la Empresa Modulo Comunitario.

El resultado del análisis de varianza indica que el valor p es 0.989. Esto significa que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos evaluados.

Las medias observadas para T1 (29.10), T2 (27.38) y C (28.13) son muy similares y sus intervalos de confianza del 95%, lo que refuerza la conclusión de que las medias (Tukey) no difieren de manera significativa. En conjunto, el análisis sugiere que las variaciones entre los grupos son mínimas y probablemente debidas al azar.

5.1.2 FCR

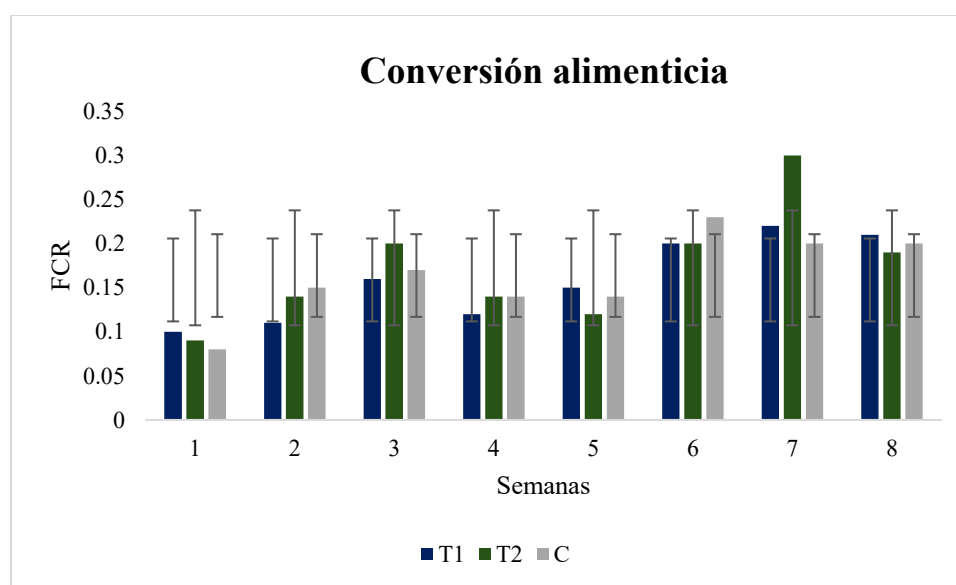


Figura 4. Factor de conversión alimenticia en Tilapia roja (*Oreochromis sp.*) bajo diferentes dosis de tratamiento.

El resultado del análisis de varianza indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos T1, T2 y C.

En cuanto a las medias observadas, el grupo T2 presenta la media más alta (1.427), seguido por el grupo C (1.303) y finalmente el grupo T1 con la media más baja (0.873). Sin embargo, estas diferencias en las medias no son estadísticamente significativas según el ANOVA realizado. Considerando que el rango óptimo de FCR en tilapia roja en sistemas de pre-engorde suele estar entre 1.2 y 1.5, se observa que T1 y el grupo control se encuentran ligeramente por debajo del rango ideal, indicando una eficiencia alimenticia alta, mientras que T2 se encuentra dentro del rango esperado, mostrando un consumo ligeramente menos eficiente.

5.1.3 SGR

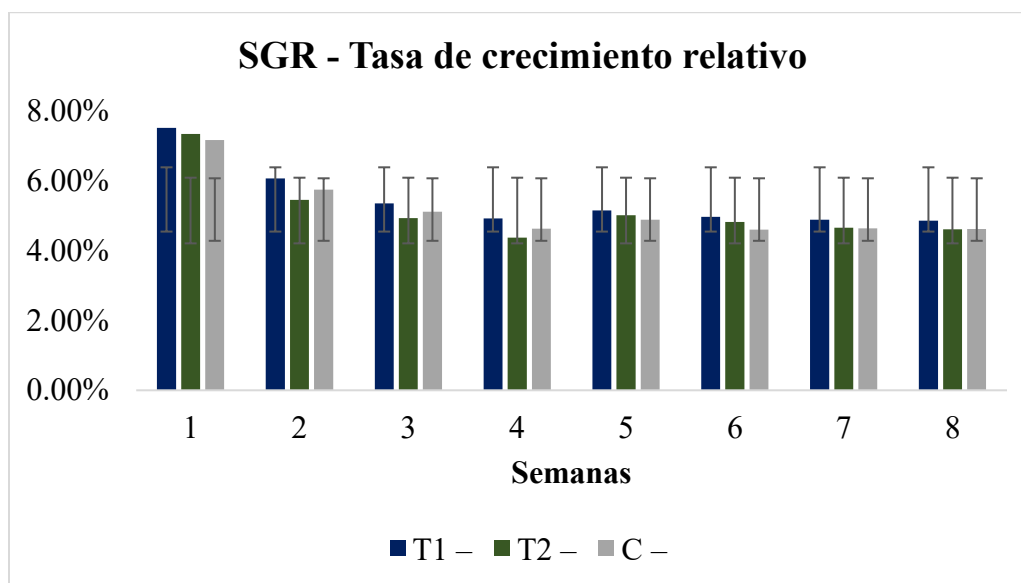


Figura 5. Tasa de crecimiento específico (SGR) durante las semanas de evaluación.

El resultado del análisis de varianza indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, ya que el valor F obtenido fue 0.24 con un valor p de 0.795, lo que es mucho mayor que el nivel de significancia establecido. Esto sugiere que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos analizados.

En cuanto a las medias, los valores observados para T1 (4.977), T2 (4.770) y C (4.907) son bastante similares y sus intervalos de confianza del 95% se solapan, lo que refuerza la conclusión de que las medias no difieren de manera significativa entre sí. Por lo tanto, desde una perspectiva estadística, los tres grupos pueden considerarse equivalentes en términos de la variable medida.

5.2 Indicadores de salud

5.2.1 Mortalidad

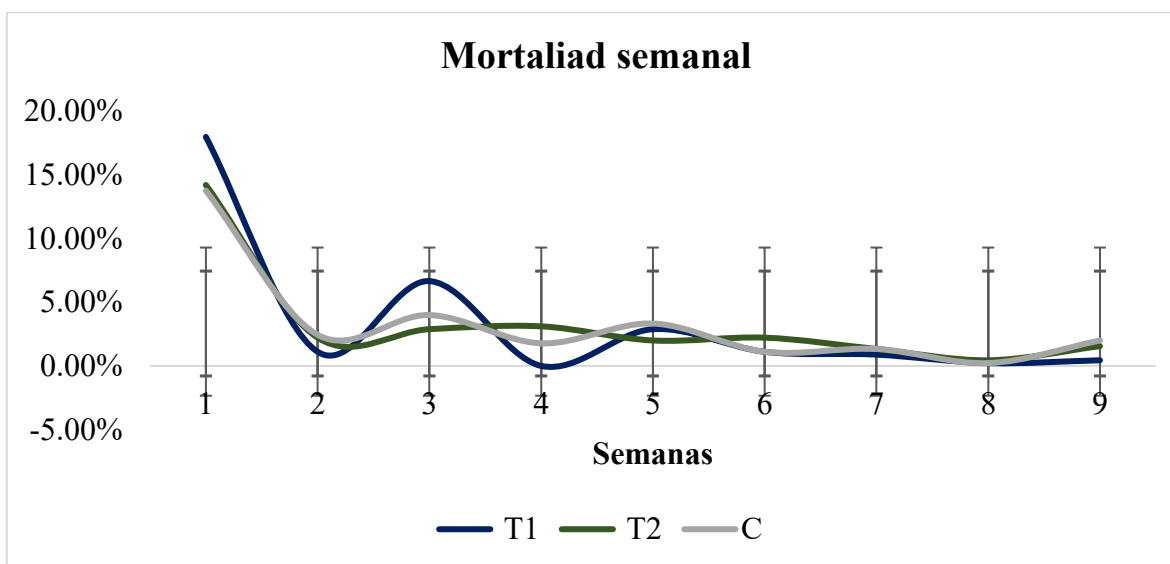


Figura 6. Porcentaje de mortalidad de peces en los diferentes tratamientos durante 9 semanas.

El resultado del análisis de varianza indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos.

Las medias observadas para los grupos T1 (15.67), T2 (15.00) y C (15.00) son muy similares, y sus intervalos de confianza al 95%, lo que refuerza la conclusión de que las medias no difieren de manera significativa. En resumen, el análisis muestra que las tres condiciones evaluadas presentan un comportamiento estadístico comparable en cuanto a la variable medida.

Durante la semana 3, el T1 tuvo una mortalidad alta probablemente se debió a la disminución del oxígeno disuelto, que bajó de 7.5 a 6.6 mg/L. Aunque ya habían pasado los 10 días post-siembra (días en los que se toma datos de mortalidad debido a estrés durante la siembra) y no hubo manejos, ni manipulación, esta caída de oxígeno pudo haber generado estrés fisiológico. En conclusión, el factor más probable del incremento de mortalidad fue la baja en el oxígeno disuelto, que combinada con la sensibilidad post-siembra, hizo que los peces fueran más vulnerables y murieran en mayor cantidad durante esa semana. Luego de una posible adaptación estos peces bajaron mortalidad y manteniéndola de esta forma.

5.2.2 Sobrevivencia

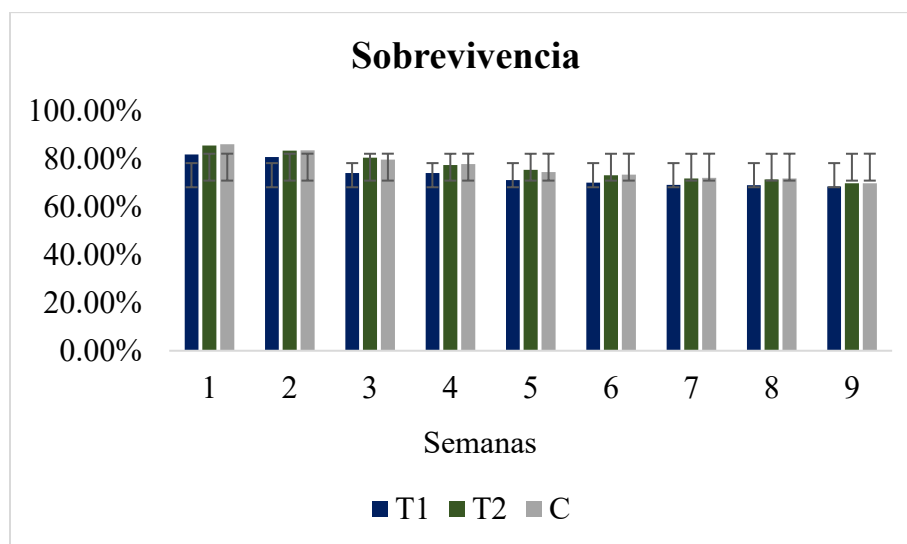


Figura 7. Porcentaje de sobrevivencia de los tratamientos 1, 2 y testigo o control.

El resultado del análisis de varianza indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos T1, T2 y C (Valor $F = 3.69$ y Valor $p = 0.090$). Esto significa que, con base en los datos analizados, no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que todas las medias son iguales.

En cuanto a las medias observadas, el grupo T1 presentó una media de 69.00, mientras que los grupos T2 y C mostraron medias ligeramente mayores, 70.800 y 70.667 respectivamente. Sin embargo, estas diferencias no resultaron estadísticamente significativas según el ANOVA realizado. En resumen, aunque existen pequeñas variaciones en las medias de los grupos, el análisis sugiere que estas diferencias podrían deberse a otros factores y no a un efecto real del factor evaluado.

5.2.3 Robustez

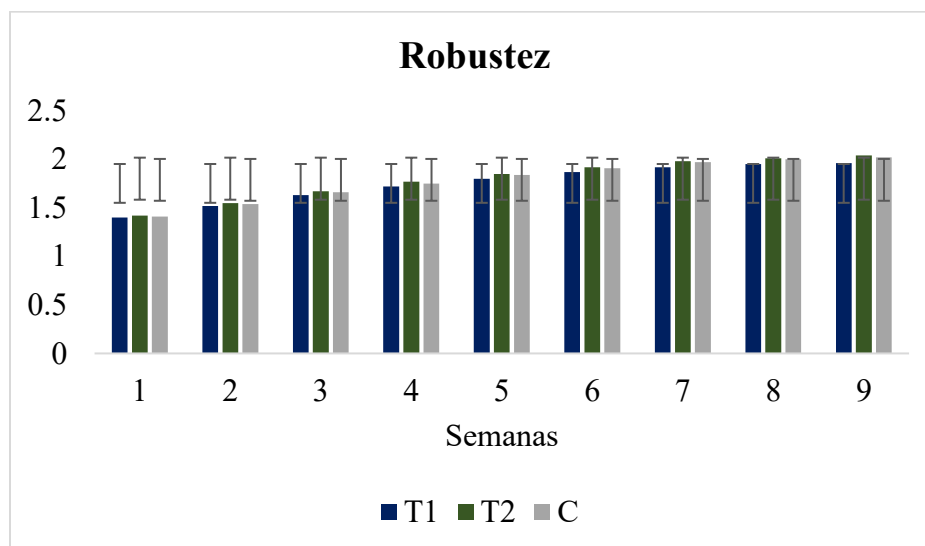


Figura 8. Índice de Robustez en Tilapia roja (*Oreochromis sp.*) durante 9 semanas de ensayo.

El resultado del análisis de varianza indica que no se encontró evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula de que todas las medias son iguales, dado que se encontró un valor p de 0.070. Esto sugiere que, desde el punto de vista estadístico, no hay diferencias claras entre las medias de los grupos. En cuanto a las medias observadas, T1 tiene

una media de 1.9967, T2 una media de 2.0700 y C una media de 2.0500. Aunque existen pequeñas diferencias numéricas entre estas medias, el análisis indica que estas diferencias no son lo suficientemente grandes como para considerarlas estadísticamente significativas bajo las condiciones del estudio.

5.3 Parámetros fisicoquímicos del agua

5.3.1 Temperatura

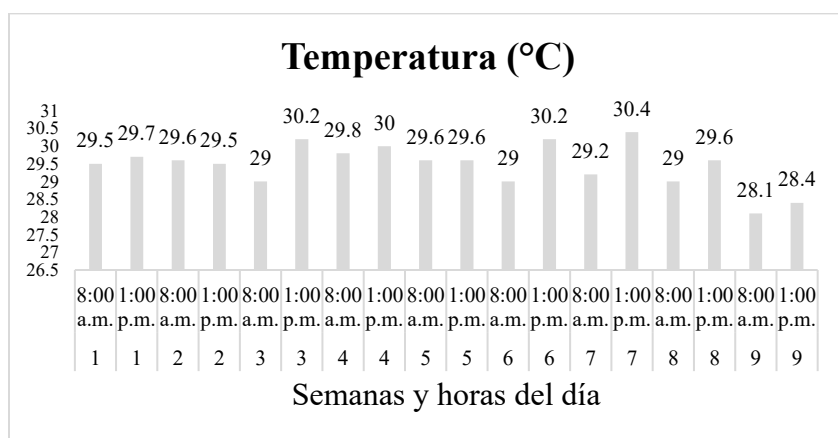


Figura 9. Variación de parámetros de temperatura durante el ensayo con Tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

Oxígeno

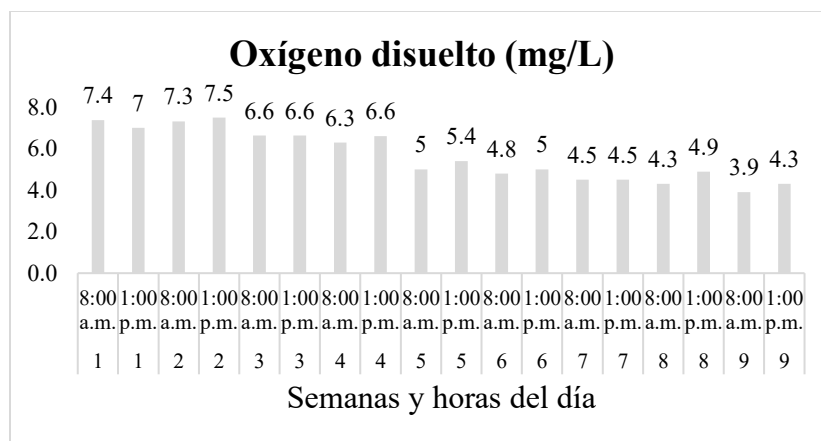


Figura 10. Variación de parámetros de oxígeno durante el ensayo con Tilapia roja (*Oreochromis sp.*)

Durante todo ensayo, la temperatura del agua se mantuvo estable entre 28.1 y 30.2 °C, con valores ligeramente menores en horas de la mañana y un incremento hacia el mediodía. Estas variaciones son normales en sistemas de cultivo a cielo abierto y se encuentran dentro del rango óptimo para el crecimiento de especies tropicales, sin generar estrés térmico significativo en los peces.

En cuanto al oxígeno disuelto (O_2), durante las primeras cuatro semanas se registraron valores altos y estables (7.5–6.3 mg/L), lo que refleja una buena calidad del agua. Sin embargo, a partir de la semana 5 se observó una disminución progresiva en los niveles de oxígeno, alcanzando valores mínimos de 3.9 mg/L hacia las últimas semanas.

Esta reducción coincide con el inicio de la época de invierno en esta zona y con cambios en las condiciones del embalse, ya que durante este periodo se incrementó el caudal de entrada de agua proveniente de varios ríos. Dicho aporte hídrico aumenta la turbidez y el movimiento del sedimento del fondo, lo que reduce la penetración de luz y, en consecuencia, afecta los niveles de oxígeno. A pesar de estas variaciones, las concentraciones de oxígeno disuelto se mantuvieron por encima del límite crítico para el bienestar de los peces (3 mg/L).

VI CONCLUSIONES

El uso de ácidos orgánicos como coadyuvantes en la dieta de la tilapia roja durante la fase de pre-engorde y al comparar los tratamientos y el grupo control en tilapia roja (*Oreochromis sp.*), se determinó que no hubo cambios significativos en el desempeño de los resultados, el T1 en algunas variables como ser: SGR y Peso promedio tuvo una ligera ventaja, pero sin ser resultados muy reveladores. Indicando que no siempre mayores concentraciones generan mejores resultados productivos.

Las variables productivas evaluadas (ganancia de peso, FCR, SGR, mortalidad, robustez y sobrevivencia) mostraron que la suplementación con ácidos orgánicos no afectó negativamente el desempeño de los peces. El Tratamiento 1 presentó una ligera ventaja en peso promedio, SGR y menor mortalidad en las últimas semanas, mientras que el Tratamiento 2 mostró una leve mejora en FCR, sobrevivencia (similar al control) y robustez. En conjunto, estos resultados, aunque no tienen diferencias muy significativas, sugieren que los aditivos orgánicos podrían llegar a dar beneficios en diferentes aspectos del rendimiento productivo sin comprometer la salud ni la supervivencia de los peces.

Durante el periodo experimental, las condiciones climáticas propias de agosto a enero provocaron variaciones en la calidad del agua, ya que las lluvias incrementan el arrastre de sedimentos hacia el embalse, reduciendo el oxígeno disuelto, y además generan descensos en la temperatura. Estos resultados resaltan la importancia del monitoreo constante de los parámetros fisicoquímicos, especialmente en épocas lluviosas donde los cambios ambientales pueden influir de manera directa en la respuesta productiva y sanitaria de los peces.

VII RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar nuevas pruebas en otras estaciones climáticas, particularmente fuera del periodo de invierno, para determinar si las tendencias de crecimiento y eficiencia se mantienen o varían bajo diferentes condiciones ambientales. Durante el presente estudio, la época de invierno coincidió con mayor turbidez, menor oxigenación y fluctuaciones térmicas, condiciones que pueden afectar el metabolismo, el apetito y la conversión alimenticia.

Al realizar el ensayo en una época más estable con temperaturas más altas y menor aporte de sedimentos por lluvia, sería posible aislar el efecto del aditivo de las condiciones ambientales y evaluar de manera más precisa su impacto real sobre los parámetros productivos y de salud. Además, comparar los resultados entre estaciones permitiría establecer patrones de respuesta estacional y definir el momento óptimo de aplicación del aditivo dentro del calendario de producción.

Asimismo, se sugiere evaluar el aditivo en tilapia negra (*Oreochromis mossambicus* o híbridos), con el fin de comparar la respuesta productiva y fisiológica entre líneas genéticas y así obtener una visión más completa sobre la efectividad y aplicabilidad del aditivo en diferentes contextos de cultivo. De igual forma calcular el costo-beneficio de incluir el aditivo en las diferentes dosis, considerando el precio del producto, el ahorro en alimento y el valor de la biomasa final obtenida.

VIII BIBLIOGRAFÍA

AGROVET. (2025). *BACTFUN TOTAL*. Obtenido de <https://agrovet.cl/wp-content/uploads/2021/09/FT-BACTFUN-TOTAL.pdf>

AGROVET. (2025). *ENERGY FEED PREMIX*. Obtenido de <https://agrovet.cl/wp-content/uploads/2021/10/ENERGY-FEED-PREMIX-FT.pdf>

Bal, D., Et al. (2019). *Los ácidos orgánicos y la levadura autolizada reducen el impacto de patógenos en peces*. Obtenido de Los ácidos orgánicos y la levadura autolizada reducen el impacto de patógenos en peces

González, C. E. (2025). *CULTIVO DE LAS TILAPIAS ROJA (Oreochromis spp.)*. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19713/65031_27477.pdf

Handal, M. (2006). *Estudio Técnico y Económico de los dos sistemas de producción de Tilapia Roja (Oreochromis sp.) en la costa norte de Honduras*. Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/items/c04240a7-1f0c-4154-bc96-eed93cf6238d?utm_source=chatgpt.com

Martínez, M. A. (2020). *MANEJO DEL CULTIVO DE TILAPIA*. Obtenido de <https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>

Murnyak, D. (2010). *Piscicultura : Fundamentos de la Cría de Tilapia e Implementación de Proyectos de Piscicultura*. Obtenido de https://www.echocommunity.org/es/resources/c3b7c2bd-47d4-4dd6-9b48-d49983e58618?utm_source=chatgpt.com

Ng, W.-K. (2018). *Ácidos orgánicos en alimentos acuícolas: un posible sustituto de los antibióticos*. Obtenido de https://www.globalseafood.org/advocate/organic-acids-aquafeeds-potential-substitute-antibiotics/?utm_source=chatgpt.com

Reda, R. M. (2016). *Efectos de los acidificantes dietéticos sobre el crecimiento, la hematología, la respuesta inmune y la resistencia a las enfermedades de la tilapia del Nilo, Oreochromis niloticus.* Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1050464816300420#:~:text=Acidifiers%20improved%20growth%20performance%2C%20blood,enhanced%20disease%20resistance%20of%20tilapia.>

Saúl. (2019). *¿Por qué alimentos peletizados?* Obtenido de <https://molinoschampion.com/por-que-alimentos-peletizados/#:~:text=El%20peletizado%20presente%20en%20nuestros,de%20alimento%20por%20cada%20animal.>

Suárez, W. K. (2003). *Análisis Económico de la Producción de Tilapia en Jaulas en el Lago Yojoa, Honduras.* Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/12897424-bbe5-42e9-95c6-f8c12b2a6908/content>

Zaldivar, Y. L., & Torres Rodriguez, A. (2022). *Aditivos inmunoestimulantes en la dieta de especies de tilapias (Oreochromis ssp.).* Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202022000300065

IX ANEXOS

Figura 11 Análisis de varianza para la variable Peso Promedio.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	13.3	6.664	0.01	0.989
Error	24	14263.9	594.329		
Total	26	14277.2			

Figura 12 Análisis de varianza para la variable FCR.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	0.5063	0.2531	1.82	0.241
Error	6	0.8342	0.1390		
Total	8	1.3405			

Figura 13 Análisis de varianza para la variable SGR.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	0.06629	0.03314	0.24	0.795
Error	6	0.83473	0.13912		
Total	8	0.90102			

Figura 14 Análisis de varianza para la variable Mortalidad.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	2.7	1.333	0.00	0.997
Error	24	10994.0	458.083		
Total	26	10996.7			

Figura 15 Análisis de varianza para la variable Sobrevivencia.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	6.036	3.0178	3.69	0.090
Error	6	4.907	0.8178		
Total	8	10.942			

Figura 16 Análisis de varianza para la variable Robustez.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	0.008622	0.004311	4.26	0.070
Error	6	0.006067	0.001011		
Total	8	0.014689			

Figura 17 Análisis de varianza para la Mortalidad Post Vacuna.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	1.667	0.8333	0.67	0.522
Error	27	33.800	1.2519		
Total	29	35.467			