

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
**Uso de bioestimulantes en el cultivo de tilapia (*Oreochromis spp.*) en la etapa
de pre-engorde**

Estudiantes

Leonardo Crhistian Gallardo Escalante

Jose Ivan Sanabria Peña

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

Yordan Martinez, D.Sc.

María Fernanda Oyuela, M.Sc.

Honduras, julio 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA ODILA TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	4
Índice de Anexos.....	5
Resumen	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Materiales y Métodos	10
Ubicación y Período de Ejecución.....	10
Unidades Experimentales	10
Tratamientos.....	10
Agua Potable	11
Melaza.....	11
Lacto-Sacc®	11
Allzyme®	12
Calidad del Agua	12
Conclusión.....	20
Recomendaciones.....	21
Referencias.....	22
Anexos.....	25

Índice de Cuadros

Cuadro	1	Tratamientos usados en el preengorde de tilapia para la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc®	11
Cuadro	2	Ingredientes para la elaboración de soluciones madres para la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc®	12
Cuadro	3	Biomasa producida en la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc® en tilapia (<i>Oreochromis spp.</i>) en la etapa de pre-engorde.	15
Cuadro	4	Índice de conversión alimenticia producida en la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc® en tilapia (<i>Oreochromis spp.</i>) en la etapa de pre-engorde.	16
Cuadro	5	Peso promedio producida en la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc® en tilapia (<i>Oreochromis spp.</i>) en la etapa de pre-engorde.	17
Cuadro	6	Sobrevivencia resultante en la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc® en tilapia (<i>Oreochromis spp.</i>) en la etapa de pre-engorde.	17
Cuadro	7	Resultados de los parámetros en calidad de agua, en el uso de bioestimulantes en tilapia (<i>Oreochromis spp.</i>) en la etapa de pre-engorde	19

Índice de Anexos

Anexo A Medición del Parametro pH	25
Anexo B Tratamiento 1 - Dieta Comercial Alcon 38% PC + Solución 1:1 Tratamiento 2 - Dieta Comercial Alcon 38% + Solución 1:0.25	26
Anexo C Medición de parámetros Oxígeno Disuelto y Temperatura (C°)	27

Resumen

Desde tiempo antiguos el rubro de la acuicultura ha sido una fuente de alimento que abarca un alto porcentaje en el mercado. La producción de tilapia es una excelente alternativa para los productores, debido a su fácil producción y su alta tolerancia a diversos factores. El ensayo se centró en el uso de los bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc® en la producción de tilapia en pre-engorde. Los parámetros de producción evaluados fueron el índice de conversión alimenticia, ganancia de peso, sobrevivencia y peso promedio. El experimento se realizó bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se evaluaron tres tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, los tratamientos evaluados fueron tratamiento Control el cual solo contenía la dieta balanceada de 38% de proteína cruda, el tratamiento uno constó de la misma dieta balanceada, pero se bioestimuló con la solución madre 1:1 o solución base, el cual contenía el 100% de bioestimulantes sugeridos en la solución base, el tratamiento dos contenía la misma dieta comercial, pero se bioestimuló con la solución madre 1:0.25, la cual a diferencia de la solución madre 1:1 en esta solo se aplicó el 25% de bioestimulantes usados en la solución base. Se comprobó que la implementación de los bioestimulantes no tuvo resultados significativos sobre los parámetros evaluados. Se recomienda el uso de una diferente presentación de alimento, esto se debe a que la alimentación en forma de harina no proporciona un aumento constante en el aumento de peso, se recomienda prolongar el tiempo del experimento donde abarque el periodo completo de pre-engorde.

Palabras clave: Alimentación, alternativas, productividad.

Abstract

Since ancient times, aquaculture has been a source of food that covers a high percentage of the market. Tilapia production is an excellent alternative for producers, due to its easy production and high tolerance to various factors. The trial focused on the use of the bio stimulants Allzyme® and Lacto-Sacc® in the production of pre-growout tilapia. The production parameters evaluated were the feed conversion ratio, weight gain, survival, and average weight. The experiment used a Completely Random Design (DCA), where three treatments with four repetitions each were evaluated. The treatments evaluated were Control treatment which only contained the balanced diet of 38% crude protein, treatment one consisted of the same balanced diet, but it was biostimulated with the 1:1 stock solution or base solution, which contained 100% of biostimulants suggested in the base solution, treatment two contained the same commercial diet, but it was biostimulated with the 1:0.25 stock solution, which, unlike the 1:1 stock solution, in this only 25% of biostimulants used in the base solution was applied. In the experiment carried out, it was found that the implementation of biostimulants did not have significant results on the parameters evaluated. The use of a different presentation of food is recommended, this is because feeding in the form of flour does not provide a constant increase in weight gain, it is recommended to prolong the time of the experiment where it covers the entire pre-fattening period.

Keywords: Biostimulant, alternatives, feeding.

Introducción

La acuicultura o acuicultura es uno de los rubros más antiguos de la zootecnia este data desde el año 3000 A.C. (Framagnano 2022). Según Toledo Pérez y García Capote (2000), la acuicultura es una de las actividades con mayor crecimiento en las última década con un aumento del 10% anual en países en vía de desarrollo en los cuales esta actividad tiene importancia económica y social. Se traduce como una fuente de obtención de alimento y empleo para la población.

Acorde con Framagnano (2022), la acuicultura se asemeja mucho más a la agricultura y a la ganadería que a la pesca, pues implica la cría y el manejo de los recursos acuáticos vivientes en un ambiente restringido. A diferencia de la pesca y de la caza o actividades que conllevan la colecta de peces y animales terrestres a partir de recursos de acceso común o libre, la acuicultura implica la existencia de derechos de tenencia y de propiedad de dichos recursos. La acuicultura en Honduras se inició el año 1936 a través de la introducción desde Guatemala. Los primeros desarrollos de estaciones de piscicultura contaban con el objetivo de mejorar el nivel nutricional de la población rural, pero fue hasta el año de 1954 que, a través de la iniciativa de la FAO y autoridades hondureñas, se pudo establecer el primer proyecto formal de acuicultura (FAO 2022).

Tilapia es el nombre que se le dio al género que se le denomina a un grupo de peces los cuales su origen proviene de África y del mar Medio Oriente (Lee et al. 2005). Estos peces se han introducido en casi todos los países tropicales y subtropicales del mundo para apoyar el desarrollo de la acuicultura de agua dulce (Kocher et al. 1998). De cuerpo robusto comprimido y discoidal, raramente alargado. Boca protractil con labios gruesos, sólo en el caso de la especie *O. mossambicus*; mandíbulas anchas con dientes cónicos y en ocasiones incisivos. La aleta dorsal tiene forma de cresta con espinas y radios en su parte terminal (Instituto Nacional de Pesca 2018). La producción mundial total estimada de tilapia ahora supera las 659,000 toneladas métricas por año, Sin embargo, según Oseguera (2016) la tilapia es un pez que se encuentra abajo en la cadena trófica natural, dado a que tiene una simple alimentación a base de algas, materia en descomposición y plantón.

Sin embargo, se adapta rápidamente a los alimentos balanceados en forma de pellets o pastillas (Romero Carballo y Toledo Pérez 2000). Según Saavedra Martínez (2006) las tilapias son de rápido crecimiento ya que cuanto menos tiempo tarde la especie en alcanzar el tamaño de comercialización, menores serán los gastos correspondientes a la operación y por ende mayor el ingreso. La tilapia puede alcanzar pesos de 1 a 1.5 libras en un período de seis a nueve meses, según el sistema de cultivo empleado. Según Wang y Lu (2015) la tilapia es el segundo pez más cultivado en todo el mundo y su producción se ha cuadruplicado durante la última década debido a la facilidad de la acuicultura, la comerciabilidad y los precios estables del mercado.

Según Certis Europe (2021) los bioestimulantes hacen referencia a un concepto muy amplio, ya que se tratan de sustancias y/o microorganismos cuya función es estimular los procesos naturales que mejoran la absorción y asimilación de nutrientes, tratar el estrés abiótico o mejorar algunas de sus características agronómicas.

Un complejo enzimático creado especialmente para optimizar el uso de las fuentes de proteína vegetal en el alimento balanceado para aves y cerdos. Una combinación de enzimas, que incluye proteasas y carbohidrasas; que puede ayudar a los animales a optimizar la digestibilidad y la utilización de los nutrientes, especialmente las proteínas (Alltech 2021).

Lacto-Sacc® es una premezcla utilizada como suplemento que contiene cultivos de levadura viables y los medios en los que se cultivaron, bacterias productoras de ácido láctico y enzimas digestivas para la alimentación de especies acuícolas (Alltech 2019).

Por lo tanto, el objetivo del siguiente estudio fue: Evaluar el efecto del uso de los bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc® sobre los parámetros productivos pre-engorde de tilapia (*Oreochromis spp.*)

Materiales y Métodos

Ubicación y Período de Ejecución

La investigación tuvo lugar entre los meses de mayo a junio del año 2022, en la unidad de acuicultura de la Escuela agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el Valle del río Yegüare a 30 km de Tegucigalpa, municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. La unidad se encuentra a una altitud de 800 msnm, con temperaturas promedio alrededor de 26 °C a 30 °C.

Unidades Experimentales

Para el desarrollo del experimento se usaron 12 tanques de plástico A0 con dimensiones de 88 cm de ancho, 56 cm de alto, y un volumen efectivo de 200 litros. El experimento se llevó a cabo dentro de un invernadero en el cual se distribuyeron de manera 2x6. El agua utilizada fue de la Laguna de Monte Redondo. Para poder suministrar oxígeno se utilizó un soplador de canal lateral o blower regenerativo de la marca Hurricane® y cada tanque contó de una piedra difusora por el cual se suministraba el oxígeno disuelto en el agua.

Tratamientos

El experimento constó de tres tratamientos cada uno con cuatro repeticiones. El tratamiento control (TC) se basó en la dieta balanceada comercial de la marca Alcon de 38% de proteína cruda. El tratamiento uno (T1) constó de la misma dieta comercial en la cual se aplicó la solución madre 1:1. El tratamiento dos (T2) se aplicó con la misma dieta comercial, pero se aplicó la solución madre 1:0.25.

Cuadro 1

Tratamientos usados en el preengorde de tilapia para la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc®.

Tratamiento	Descripción
Control	Dieta comercial Alcon 38% PC
Tratamiento 1	Dieta comercial Alcon 38% PC + Solución 1:1
Tratamiento 2	Dieta comercial Alcon 38% PC + Solución 1:0.25

Preparación de Soluciones Madres

Para la preparación de la solución madre se pesaron los bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc® y midieron los líquidos en cantidades exactas, se agregaron los productos en un beaker y se agitó; como paso final se selló el envase al contacto con el exterior, lo que garantiza la fermentación anaeróbica y la activación de los microorganismos.

La solución madre 1:1 del tratamiento 1, fue la solución base formulada para el experimento en el cual se aplicó 250 mL de agua, 12.5 mL de melaza, 1.25 g de Lacto-Sacc® y 0.5 g de Allzyme®.

La solución madre 1:0.25 del tratamiento 2, se denominó 1:0.25 a base de que usa el 100% de los líquidos al igual que la solución base, pero a diferencia este usa el 25% de los bioestimulantes, por lo que este contuvo 0.3 g de Lacto-Sacc® y 0.12 g de Allzyme®.

Insumos Utilizados Para La Mezcla

Agua Potable

Se utilizó ya que el agua es el líquido que más sustancias disuelve (disolvente universal), esta propiedad se debe a su capacidad para formar puentes de hidrógeno con otras sustancias.

Melaza

Se utilizó porque como base energética en la activación de las enzimas, bacterias y levaduras.

Lacto-Sacc®

Se utilizó porque es probiótico comercial que contiene cultivos de levaduras viables y que aporta bacterias ácido-lácticas que muestran un gran rendimiento en la colonización del medio al cual se agregan.

Allzyme®

Se utilizó porque es un complejo enzimático creado especialmente para optimizar el uso de las fuentes de proteína vegetal en el alimento balanceado.

Cuadro 2

Ingredientes para la elaboración de soluciones madres para la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc®.

Ingrediente	Solución 1:1	Solución 1:0.25
Agua	250 mL	250 mL
Melaza	12.5 mL	12.5 mL
Lacto-Sacc®	1.25 g	0.3 g
Allzyme®	0.5 g	0.12 g

Siembra

Se utilizaron 30 animales por tanque, teniendo una cantidad total de 360 animales. Se pesaron cada 5 animales para tener un control y se distribuyeron para mantener un peso homogéneo de los animales en cada tanque. Los animales se sembraron con un peso promedio de 18 g. Después del pesado se pasó por un baño de agua con sal (50 ppt) por un tiempo de 30 segundos, este proceso se realizó como método de bioseguridad para estimular la formación de moco o mucina en la superficie epitelial del pez, esta mucina protege al pez de enfermedades y parásitos.

Variables Evaluadas

Calidad del Agua

Se realizaron recambios de agua que permitió mantener los parámetros de calidad de agua para tilapia (*Oreochromis spp.*), se realizó recambios de agua de 6 a 7 días, realizando un recambio del 80% del volumen total del agua.

Amonio

El amonio se midió con el “API test kit amonio.” Se llenó un frasco con 5 mL. de agua de los tratamientos, seguidamente se le añadió ocho gotas de ambas soluciones y se batió hasta obtener un color que se comparó con la tabla de color y de tal manera obtener resultados. El amonio se revisó dos veces por semana el cual en un rango de (0.1 – 1 mg/L).

pH

El pH se midió cada dos días durante el experimento, de inicio a fin. Este parámetro se midió al tomar 5 mL de muestra de agua de los tratamientos, seguidamente se agregaron tres gotas de solución y se batió y de esa manera presentó un color que se comparará con la tabla de color. En el lapso que se realizó el experimento se registró diariamente los niveles de pH.

Temperatura

La temperatura se midió con el termómetro digital para acuario “Zacro.” Se midió en grados Celsius y este se midió todos los días mañana y tarde, de inicio a fin del experimento. La temperatura se mantuvo a niveles constantes entre 20 y 35 °C.

Alimentación y Evolución de Peso

La alimentación de las tilapias dependió de su peso por lo tanto se realizó el pesaje de cada uno de los tanques cada semana o junto al recambio de agua, se realizó algunos cálculos para definir la cantidad de alimento diaria, los cuales se determinaron mediante la ecuación 1 y 2 según Rueda (2011):

$$\text{Peso total de las tilapias} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ de las tilapias totales}) \times (\text{Peso de muestra})}{(\text{N}^\circ \text{ de las tilapias en la muestra})} \quad [1]$$

$$\text{Dosis diaria} = (\text{Peso total de las tilapias}) \times (6\% \text{ de biomasa de las tilapias}) \quad [2]$$

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Esta variable proporcionó los datos necesarios para comprobar que en la tilapia está sacando el máximo provecho de los nutrientes que ofrecen los diferentes tratamientos, así mismo se comprobó que tratamiento aportó un mayor beneficio en la conversión de alimento a biomasa. Se calculó mediante la ecuación 3:

$$\text{ICA} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{(\text{Peso final} - \text{Peso inicial})} \quad [3]$$

Ganancia de Peso (GP)

Esta variable nos permitió conocer el peso promedio ganado por cada animal entre muestreo y muestreo. Esta variable se logró medir restando el peso final promedio por animal con el peso promedio inicial por animal, se midió mediante la ecuación 4:

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final promedio por animal} - \text{Peso inicial promedio por animal} \quad [4]$$

Sobrevivencia (%)

Esta variable nos proporcionó el porcentaje de animales que sobrevivieron comparados con los animales sembrados. Esta variable se midió dividiendo los animales cosechados con los animales sembrados y se multiplicó por 100. Se calculó mediante la ecuación 5:

$$\text{Sobrevivencia} = \frac{\text{Animales cosechados}}{\text{Animales sembrados}} \times 100 \quad [5]$$

Diseño Experimental

Este estudio se realizó utilizando un DCA (diseño completamente al azar), con tres tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones. El análisis estadístico se hizo por medio de un análisis de varianza ANDEVA (análisis de varianza), se trabajó con un nivel de significancia al 95% usando el programa "Infostat".

Resultados y Discusión

Biomasa

Es el peso vivo o el peso total de los organismos bajo cultivo por unidad de área del lugar donde se realiza el cultivo. En el siguiente Cuadro 3, se puede observar que no hay diferencia significativa en biomasa ($P > 0.05$), el resultado podría deberse a las raciones homogéneas usadas en cada uno de los tratamientos y sus repeticiones. Paz Corrales (2019) no observó diferencias significativas de biomasa al utilizar nucleótidos derivados de levaduras NuPro®. Ortega Reyes (2018) indica que no encontró diferencias significativas en la biomasa final entre sus tratamientos al utilizar diferentes concentraciones del producto MixOil®.

Cuadro 3

Biomasa producida en la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc® en tilapia (Oreochromis spp.) en la etapa de pre-engorde.

Tratamientos	Biomasa Media \pm D. E
Control – 38% PC	753.68 \pm 14.98
38% PC + Solución 1:1	729.58 \pm 15.85
38% PC + Solución 1:0.25	777.58 \pm 8.32
CV (%)	10.67
P	0.5699
R ²	0.83

Nota. CV = Coeficiente de Variación; P = valor de probabilidad; R² = coeficiente de determinación

Índice de Conversión Alimenticia (ICA)

Según Fry et al. (2018) la medida más utilizada para medir peso del alimento administrado durante la vida de un animal dividido por el peso ganado es el ICA, Según esta medida, los organismos acuícolas y los pollos son igualmente eficientes para convertir el alimento en biomasa animal, y ambos son más eficientes en comparación con los cerdos y el ganado. Durante el experimento, no se observa diferencia significativa. Estudios previos han demostrado que el uso de este tipo de producto en el caso de DVAQUA® no demuestran diferencias significativas en el ICA en la implementación del producto (Fuentes y Sierra 2021). Sin embargo, López Pérez y Padilla Chevéz (2017), detectaron que

en su experimento el ICA no presentó diferencias entre tratamiento control y alimento con probióticos.

Cuadro 4

Índice de conversión alimenticia producida en la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc® en tilapia (Oreochromis spp.) en la etapa de pre-engorde.

Tratamientos	Índice de Conversión Alimenticia Media \pm D. E
Control – 38% PC	2.08 \pm 0.42
38% PC + Solución 1:1	1.37 \pm 0.42
38% PC + Solución 1:0.25	1.89 \pm 0.42
CV (%)	47.33
P	0.49
R ²	0.14

Nota. CV = Coeficiente de Variación; P = valor de probabilidad; R² = coeficiente de determinación

Ganancia de Peso Promedio

El Cuadro 5 presenta la ganancia de peso promedio de los animales. No se observó diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos. Se concluye que este parámetro ha sido influido por una relación con el ICA ya que de igual forma no hay diferencia significativa, por lo que puede ser afectado con otras variables como ser porcentaje de oxígeno disuelto, mala administración de alimentos entre otros factores, un estudio previo de López Pérez y Padilla Chev ez (2017) muestra los mismos resultados sin diferencias significativas. Duran y Schrunder (2021) indican que no se encontraron diferencias significativas al usar bioestimulación. El estudio de Martínez Montalvo y Barreno Caba (2018) difiere con estos resultados, ya que se observaron diferencias con la implementación de probióticos en sus dietas. El estudio realizado por Velasquez Pazmiño (2017) difiere de este estudio, ya que también reporta efectos positivos control Emphyreal 75.

Cuadro 5

Peso promedio producida en la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc® en tilapia (Oreochromis spp.) en la etapa de pre-engorde.

Tratamientos	Peso promedio media \pm D. E
Control – 38% PC	28.41 \pm 3.34
38% PC + Solución 1:1	28.83 \pm 1.28
38% PC + Solución 1:0.25	28.02 \pm 0.11
CV (%)	9.47
P	0.5202
R ²	0.89

Nota. CV = Coeficiente de Variación; P = valor de probabilidad; R² = coeficiente de determinación

Sobrevivencia

Según Giacoman Villanueva y Perdomo Guzman (2021) esta variable es difícil de determinar durante el experimento, por lo que se registró hasta el día de cosecha. Es mayormente afectada por un amplio rango de factores como pueden ser temperatura, pH, amonio fuera de parámetros y enfermedades (Quintanilla y Hsien-Tsang 2008). En el Cuadro 6 se puede observar que no hay diferencia ($P > 0.05$) en la sobrevivencia. Popma y Green (1990) indican que no encontraron diferencias en la sobrevivencia siendo en su caso mayor al 90%, pero en la fase de pre-engorde se espera tener un porcentaje de sobrevivencia de entre 70% al 80%, lo cual indica que en ambos tratamientos se obtuvo porcentajes arriba de lo aceptado.

Cuadro 6

Sobrevivencia resultante en la evaluación de bioestimulantes Allzyme® y Lacto-Sacc® en tilapia (Oreochromis spp.) en la etapa de pre-engorde.

Tratamientos	Sobrevivencia
Control – 38% PC	0.88 \pm 0.07
38% PC + Solución 1:1	0.84 \pm 0.11
38% PC + Solución 1:0.25	0.93 \pm 0.07
CV (%)	10.07
P	0.84
R ²	0.80

Nota. CV = Coeficiente de Variación; P = valor de probabilidad; R² = coeficiente de determinación

Calidad de Agua

En el experimento se evaluaron los parámetros de calidad de agua, los que fueron temperatura, oxígeno disuelto, pH y amonio. Los parámetros mencionados fueron evaluados para mantener la calidad de agua requerida para que se dé el mejor rendimiento con respecto al crecimiento.

Oxígeno Disuelto

Según Saavedra Martínez (2006) la tilapia soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto, aproximadamente 1 mg/L, e incluso en períodos cortos valores menores. Lo más conveniente son valores mayores de 2 o 3 mg/L. Se debe de estar pendiente de mantener el oxígeno estable ya que a concentraciones menores afectan en el consumo de alimento y por ende el peso de estos. Los datos obtenidos durante el tiempo del experimento dieron un promedio de 4.73 mg/L, lo que nos indica que se mantuvo entre el rango óptimo de producción. El oxígeno en el agua es vital debido a que la escasez prolongada de oxígeno ocasiona muerte por anoxia (Casillas Jimenez y Esparza Rico 1999)

pH

Los datos registrados con respecto a pH se mantuvieron estables siendo el mínimo 6 y el máximo 7, por lo cual estuvieron entre el rango para una producción óptima. Según Pérez Castellanos et al. (1995) en agua muy alcalina corroe la piel del pez, se dificulta la respiración, las aletas se tornan roídas, aumento el diámetro de las pupilas y el ojo pierde su transparencia. El crecimiento de tilapia se reduce en aguas ácidas, toleran un pH de 5 y hasta 11, sin embargo, los valores óptimos son de 6.5 a 9 (INTAGRI 2020).

Amonio

Es el producto final de sustancias orgánicas e inorgánicas cuando es mayor 0.1mg/L podría constituirse como un indicador de contaminación por aguas residuales domésticas o industriales (Bautista Covarrubias y Velazco Arce 2007). Los datos obtenidos el promedio de amonio fue de 0.5 mg/L, por lo que este parámetro no afecto en la producción óptima de la tilapia. La exposición

prolongada y sub-letal a amoníaco en el agua, aumentará la susceptibilidad de los peces y camarones a una variedad de enfermedades (Meyer 2004).

Temperatura

Según Alicorp (2002) el rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias fluctúa entre 28 y 32 °C, aunque ésta puede continuarse con una variación de hasta 5 °C por debajo de este rango óptimo. El promedio de temperatura obtenida fue de 30.4 °C, pero se registraron temperaturas fuera del rango óptimo, considerándose esta fluctuación como un factor determinante que afectó el rendimiento observado. La tilapia generalmente interrumpe su alimentación cuando la temperatura desciende hasta valores por debajo de 17 °C (Quintanilla y Hsien-Tang 2008).

Cuadro 7

Resultados de los parámetros en calidad de agua, en el uso de bioestimulantes en tilapia (Oreochromis spp.) en la etapa de pre-engorde

Parámetro	Promedio	Mínimo	Máximo
Oxígeno disuelto	4.73	1.32	5.8
pH	6.3	6	7.8
Amonio	0.5	0.25	1
Temperatura	30.4	25.5	34.5

Conclusión

El uso de bioestimulantes no incidió en una mejora de los parámetros productivos y tampoco en la calidad de agua en la producción de *Oreochromis* spp. en etapa de pre-engorde.

Recomendaciones

Repetir el experimento durante toda la etapa de pre-engorde de *Oreochromis* spp.

Evaluar diferentes concentraciones en la aplicación de Lacto-Sacc® y Allzyme® en el alimento.

Referencias

- Alicorp. 2002. Manual de crianza de tilapia. <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>.
- Alltech Inc. 2019. LACTO-SACC®: Especificaciones del Producto. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 11 de ago. de 2022]. https://www.e-agrizon.com/wp-content/uploads/2019/10/PSS_LACTO-SACC-US-EC.pdf.
- Alltech Inc. 2021. Allzyme® Vegpro: Optimizando la eficiencia de la proteína. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://www.alltech.com/es-mx/allzymer-vegpro>.
- Bautista Covarrubias JC, Ruiz Velazco Arce, Javier Marcial de Jesús. 2011. Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana. Revista Fuente; [consultado el 11 de ago. de 2022]. 3(8):10–14. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/2.pdf>.
- Casillas Jimenez GM, Esparza Rico F. 1999. Manual practico para la cria de la tilapia Tilapia sp y la carpa Cyprinus carpio. [sin lugar]: Universidad de Guadalajara. http://repositorio.cucba.udg.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/3149/Casillas_Jimenez_Gabriela_Margarita.pdf?sequence=1.
- Certis. 2021. ¿Qué es un Bioestimulante? ¿Cómo puede mejorar la calidad de tu cosecha? [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://www.certiseurope.es/noticias/detalle/news/que-es-un-bioestimulante-como-puede-mejorar-la-calidad-de-tu-cosecha>.
- Duran Berrios AN, Schrunder Oliva ES. 2021. Inclusión de una fuente proteica (*Moringa oleifera*) bioestimulada en tilapia roja (*Oreochromis* spp.) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/32aa45d3-ee00-4945-b1b8-c768215352d9/content>.
- El-Sherif MS, El-Feky AM. 2008. Effect of Ammonia on Nile Tilapia (*O. Niloticus*) Performance and some Hematological and Histological Measures. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://cals.arizona.edu/azaqua/ista/ISTA8/mohamedshreif12.pdf>.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2021. Fisheries and Aquaculture. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 10 de ago. de 2022]. <https://www.fao.org/fishery/en/home>.
- framagnano. 2022. Algunos Elementos Basicos de la Acuicultura: Historia, definicion y objeto; [consultado el 16 de jun. de 2022]. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/_archivos/000000_Informaci%C3%B3n%20y%20noticias%20vinculadas%20al%20sector/170424_Historia%20de%20la%20Acuicultura%20FAO.pdf.
- Fry JP, Mailloux NA, Love DC, Milli MC, Cao L. 2018. Feed conversion efficiency in aquaculture: do we measure it correctly? Environmental Research Letters. 13(2):24017. doi:10.1088/1748-9326/aaa273.
- Fuentes Cardona EO, Sierra Montoya PV. 2021. Proyecto Especial de Graduación Evaluación de DVAQUA® en la alimentación de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b94935f7-99da-4e6b-8646-534caea71517/content>.

- Garzon López AS, Velásquez Pazmiño AM. 2017. Evaluación de alimento concentrado Empyreal 75® en dietas de pre-engorde de tilapia en Zamorano, Honduras [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/62942897-4ba8-42aa-bfb8-a7970dadb914/content>.
- Giacoman Villanueva HJ, Perdomo Guzman NR. 2021. Efecto del acuamimetismo en la etapa de pre-engorde del cultivo de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/7066>.
- Guevara Pacheco A, Vega Castillo LF. 2013. Acuacultura. México: Universidad Autónoma del Estado de México; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/58343>.
- Instituto Nacional de Pesca. 2018. Acuacultura Tilapia. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuacultura-tilapia>.
- INTAGRI. 2020. Requerimientos del Cultivo de Tilapia: Calidad del Agua | Intagri S.C. [sin lugar]: [sin editorial]. <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/requerimientos-del-cultivo-de-tilapia>.
- Kocher TD, Lee WJ, Sobolewska H, Penman D, McAndrew B. 1998. A genetic linkage map of a cichlid fish, the tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Genetics*. 148(3):1225–1232. eng. doi:10.1093/genetics/148.3.1225.
- Lee B-Y, Lee W-J, Streebman JT, Carleton KL, Howe AE, Hulata G, Slettan A, Stern JE, Terai Y, Kocher TD. 2005. A second-generation genetic linkage map of tilapia (*Oreochromis* spp.). *Genetics*. 170(1):237–244. eng. doi:10.1534/genetics.104.035022.
- López Pérez JD, Padilla Chévez AE. 2017. Evaluación de probióticos en engorde de camarón blanco en Choluteca, Honduras [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/725f8b62-71c1-4bd8-a2a5-aa6f1794ea06/content>.
- Meyer D. 2004. Introducción a la Acuacultura. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano ; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7fce00bc-0466-4957-98bb-f2fdcf01ddd/content>.
- Meyer DE. 2004. Introducción a la acuacultura. Zamorano, Honduras: [sin editorial]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7fce00bc-0466-4957-98bb-f2fdcf01ddd/content>.
- Ortega Reyes SS. 2018. Evaluación del efecto de aceites esenciales en alimentos balanceados para la producción de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/6015dabc-713e-4e03-aa9e-5415a964cf17/content>.
- Oseguera M. 2016. Industria de tilapia en Honduras. <http://www.agronegocioshonduras.org/wp-content/uploads/2019/09/Perfil-Rubro-de-Tilapia-Versi%C3%AF%C2%BF%C2%BDn-Final-Agosto-29-de-2016.pdf>.
- Paz Corrales LM. 2019. Uso de una fuente comercial de nucleótidos derivada de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) para el pre-engorde de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://>

bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/68e0f441-186a-4253-9106-7b743810f062/content.

- Perez Castellanos FJ, Guzman Sanchez R, Salas Zuñiga R. 1995. Manual práctico para la explotación de la tilapia [Tesis]. Jalisco: Universidad de Guadalajara; [consultado el 11 de ago. de 2022]. http://repositorio.cucba.udg.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/3434/Perez_Castellanos_Francisco_Javier.pdf?sequence=1.
- Popman T, Green B. 1990. Inversión sexual de tilapia en estanques de tierra. [sin lugar]: [sin editorial]. <http://aurora.auburn.edu/bitstream/handle/11200/1099/0204fish.pdf?sequence=1>.
- Quintanilla M, Hsien-Tang S. 2008. Manual sobre reproducción y cultivo de tilapia. El Salvador: [sin editorial]. file:///C:/Users/Leonardo/Downloads/Manual_reproduccion_y_cultivo_tilapia.pdf.
- Saavedra Martínez MA. 2006. Manejo del cultivo de tilapia. Managua, Nicaragua: [sin editorial]; [consultado el 11 de ago. de 2022]. http://repositorio.uca.edu.ni/2554/1/2006_manejo_del_cultivo_de_tilapia.pdf.
- [SAGARPA] Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, [CONAPESCA] Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. 2011. Guía empresarial para el cultivo, engorda y comercialización de la tilapia (mojarra). México: [sin editorial]; [consultado el 11 de ago. de 2022]. <https://dokumen.tips/documents/guia-empresarial-para-el-cultivo-engorda-y-comercializacion-dela-tilapia.html>.
- Toledo Pérez SJ, García Capote MC. 2000. Nutrición y Alimentación de Tilapia Cultivada en América Latina y el Caribe. La Habana, Cuba: Centro de Preparación Acuícola Mamposton, Ministerio de la Industria Pesquera; [consultado el 17 de jun. de 2022]. https://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/8toledo.pdf.
- Wang M, Lu, Maixin. 2015. Tilapia polyculture: a global review. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 24 de jun. de 2022; consultado el 24 de jun. de 2022].

Anexos

Anexo A

Medición del Parametro pH



Anexo B

Tratamiento 1 - Dieta Comercial Alcon 38% PC + Solución 1:1 Tratamiento 2 - Dieta Comercial Alcon 38% +

Solución 1:0.25



Anexo C

Medición de parámetros Oxígeno Disuelto y Temperatura (C°)

