

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**

**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**

**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación

**Desempeño productivo de la tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) en  
etapa de pre-engorde con alimento balanceado bioestimulado**

Estudiante

Mayra Alexandra Alvarenga Rivera

Asesores

Patricio Paz, Ph.D.

Yordan Martínez, D.Sc.

Maria Fernanda Oyuela M.Sc.

Honduras, junio 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA MARGARITA MAIER ACOSTA**

Decana Académica

**ROGEL CASTILLO**

Director Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros .....	5
Índice de Anexos .....	6
Resumen .....	7
Abstract .....	8
Introducción .....	9
Materiales y métodos .....	11
Ubicación .....	11
Unidades Experimentales .....	11
Tratamientos .....	11
Alimentación .....	12
Bioestimulación Líquida .....	12
Bioestimulación Sólida .....	13
Muestreos y Cosecha .....	13
Índice de Conversión Alimenticia .....	13
Ganancia de Peso (g/pez) .....	14
Sobrevivencia (%) .....	14
Calidad del Agua .....	14
Oxígeno Disuelto .....	15
Amonio .....	15

	4
Temperatura (°C) .....	15
Diseño experimental y Análisis Estadístico .....	16
Resultados y Discusión.....	17
Calidad del Agua .....	17
Temperatura .....	17
Oxígeno Disuelto.....	17
Amonio.....	18
Sobrevivencia.....	18
Índice de Conversión Alimenticia.....	20
Ganancia de Peso por Animal .....	20
Conclusión.....	23
Recomendaciones.....	24
Referencias.....	25
Anexos.....	29

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de los tratamientos utilizados para evaluar los efectos provocados por la bioestimulación del concentrado en la tilapia gris ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) durante el pre-engorde.	12
Cuadro 2 Valores de temperatura, oxígeno disuelto y amonio registrados a lo largo del experimento. .....	18
Cuadro 3 Desempeño productivo de la tilapia gris ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) en porcentaje de sobrevivencia con alimento balanceado bioestimulado. ....	19
Cuadro 4 Desempeño productivo de la tilapia gris ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) en índice de conversión alimenticia con alimento balanceado bioestimulado. ....	20
Cuadro 5 Desempeño productivo de la tilapia gris ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) en ganancia de peso (GDP) por animal con alimento balanceado bioestimulado. ....	22

## Índice de Anexos

Anexo A Perfil comercial alimenticio para tilapia de la empresa de Alimentos Concentrados Nacionales (ALCON) utilizada para establecer la ración de alimento ofrecida.....	29
Anexo B Bioestimulación líquida.....	30
Anexo C Bioestimulación sólida .....	31

## Resumen

Un alimento simbiótico es la mezcla entre prebióticos y probióticos, el cual mediante la interacción con el individuo receptor ejerce una acción benéfica sobre la salud del animal y la calidad del agua del sistema. El presente estudio evaluó las variables productivas de índice de conversión alimenticia, porcentaje de sobrevivencia y ganancia de peso de alevines de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) en etapa de pre-engorde alimentados con balanceado comercial bioestimulado mediante la adición de productos comerciales elaborados por Alltech®, estos fueron Actigen®, Lactosac® y Allzyme®, el cual se llevó a cabo en la unidad de acuicultura “Daniel E. Meyer” de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano entre los meses de marzo y abril del 2021. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) usando el programa “JMP from SAS” versión 16.0 con nueve unidades experimentales (tanques plásticos) de 0.54 m de profundidad y 0.79 m de diámetro, divididos en tres tratamientos (control, fermentado y parcialmente fermentado), cada una sembrada con 50 alevines. Los tratamientos evaluados no presentaron diferencias significativas con respecto al control según las variables productivas analizadas. Se recomienda repetir el experimento modificando la dieta suministrada reemplazando parte del balanceado comercial por ingredientes proteicos alternativos bioestimulados. Así también, realizar el experimento desde el pre-engorde hasta la fase de engorde con el fin de determinar si durante el ciclo completo los factores productivos mantienen la misma tendencia.

*Palabras clave:* Nutrición, prebióticos, pre-engorde, probióticos, simbiótica.

### Abstract

A symbiotic food is the mixture between prebiotics and probiotics, which exerts a beneficial action on the health of the animal and the quality of the water in the system, through an interaction with the individual. The present study evaluated the productive variables of feed conversion ratio, survival percentage and daily weight gain of gray tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings in the pre-fattening stage fed with biostimulated commercial balance by adding commercial products made by Alltech® these were Actigen®, Lactosac® y Allzyme®, which was carried out in the "Daniel E. Meyer" aquaculture unit of the Zamorano Pan-American Agricultural School between the months of March and April 2021. A complete random design was used and the data were analyzed with JMP for SAS version 16.0 using nine experimental units (plastic tanks) of 0.54 m deep and 0.79 m in diameter were used. These were divided into three treatments (control, fermented and partially fermented), each one stocked with 50 fingerlings. The evaluated treatments did not present a significant difference with respect to the control according to the productive variables analyzed. It is recommended to repeat the experiment modifying the diet supplied by replacing part of the commercial balance with alternative biostimulated protein ingredients of the added symbiotic. As well, to carry out the experiment from the pre-fattening to the fattening phase in order to determine if during the complete cycle the productive factors maintain the same trend.

*Keywords:* Nutrition, prebiotics, pre-fattening, probiotics, symbiotic.

## Introducción

En la actualidad la producción acuícola y la adquisición de productos provenientes de estos sistemas se encuentran en constante crecimiento. El consumo mundial de pescado para la alimentación aumentó a una tasa anual promedio del 3.1% entre 1961 y 2017, siendo más alta que la tasa de consumo de los demás alimentos proteicos de origen animal, la cual durante el mismo periodo presentó un incremento del 2.1% anual (FAO 2020).

En Honduras la producción acuícola es de gran importancia económica y es considerado líder en la exportación de tilapia fresca (SAG 2016). En el 2019 esta industria dejó 50.2 millones de dólares por concepto de exportaciones, esto significó un crecimiento interanual del 21.9% con respecto al 2018 (La prensa 2020). Una de la especies más exitosas en acuicultura es tilapia (*Oreochromis niloticus*) su cultivo es alentado por las tendencias de consumo y la facil comercialización de la misma (Molina Torres [sin fecha]). De igual manera se menciona el rápido crecimiento y la buena adaptación al medio como características que vuelven atractiva su producción (Oseguera 2016).

Las condiciones de cultivo se describen como altas densidades de siembra y una deficiente calidad de agua, esto provoca un estrés constante para los animales que se expresa en bajas tasas de crecimiento, alto porcentaje de mortalidad y un incremento en la aparición periódica o esporádica de enfermedades e infecciones. Para afrontar estos problemas se ha estudiado el uso de suplementos alimenticios como hormonas y antibióticos. Sin embargo, el uso indiscriminado de dichas sustancias ha provocado resistencia de algunos microorganismos a los antibióticos utilizados y una posible transferencia de genes resistentes desde los animales hacia su respectiva descendencia y a los consumidores (Toledo 2018). Actualmente se han generado restricciones para el uso controlado de los antibióticos, evitando así perjudicar la producción acuícola y la salud humana (García Naranjo 2015).

Como alternativa a la problemática expuesta anteriormente, los estudios desarrollados se dedican al reconocimiento de nuevos aditivos y a evaluar la viabilidad del uso de prebióticos y probióticos en la dieta (García Naranjo 2015). Estos aditivos cuando se suministran en las cantidades correctas mejoran la salud de los organismos obteniendo una mayor producción (Pérez-Chabela 2020). Los probióticos se definen como un suplemento alimenticio microbial vivo que contribuye al equilibrio microbiano intestinal mejorando la degradación de alimento (Pérez-Chabela 2020). Los prebióticos son compuestos no digeribles, capaces de modular la actividad y composición de la microbiota intestinal creando beneficios fisiológicos en el hospedero (Bindels 2015). Expuestos los conceptos de probióticos y prebióticos se debe definir qué es un simbiótico, estos son productos en los cuales los componentes prebióticos favorecen a los componentes probióticos (Schrezenmeir y Vrese 2001).

La administración de simbióticos beneficia a las cepas suministradas dándoles mayores oportunidades para la colonización y supervivencia en el sistema digestivo del hospedero. Así también, diversos efectos benéficos sobre la biota intestinal, suscitan la liberación de ácidos grasos volátiles de cadena corta y realiza una acción protectora mediante la inhibición de microorganismos patógenos (García 2016). En términos generales la aplicación de estos aditivos en la acuicultura se relaciona con el control biológico de enfermedades infecciosas y mejoras en la calidad del agua del sistema, también se evidencia animales con mejor desempeño, mayor actividad enzimática y que responden favorablemente al estrés (Mosquera 2015). Teniendo en consideración lo mencionado, este estudio se realizó con el objetivo de:

Evaluar el desarrollo de los alevines de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) en etapa de pre engorde sometidos a dieta de alimento balanceado bioestimulado y su efecto sobre la ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y sobrevivencia.

## **Materiales y métodos**

### **Ubicación**

El experimento se llevó a cabo entre los meses de marzo y abril del 2021 en la estación de acuicultura “Daniel E. Meyer” de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras, con una temperatura promedio de 26 °C, altitud de 800 msnm, humedad relativa de 55% y una precipitación anual de 1100 mm.

### **Unidades Experimentales**

El estudio se realizó con nueve tanques circulares de plástico de 0.54 m de profundidad y 0.79 m de diámetro. En cada unidad experimental se utilizó un total de 50 alevines de tilapia gris con un peso promedio de 12.90 gramos y una desviación estándar de 0.17 entre los grupos. Cada tanque contó con un sistema de difusión mediante el uso de un blower regenerativo de la marca “Hurricane” con una potencia de tres caballos de fuerza y mangueras con piedras difusoras colocadas en medio de los tanques. El agua se renovó cada cuatro días para disminuir la carga de amonio, acumulación sedimentos y elementos extraños que pudieran afectar el experimento.

### **Tratamientos**

Se realizaron tres tratamientos con tres repeticiones cada uno. El primer tratamiento fue un grupo control, alimentado únicamente con concentrado balanceado con 45% de proteína cruda marca ALCON, Cargill. En los dos tratamientos restantes se bioestimuló el balanceado comercial, estos fueron diferenciados entre sí por el porcentaje de ración sometido al proceso de fermentación. El protocolo simbiótico para el segundo y tercer tratamiento se realizó a la dieta en un porcentaje de 50% y 100% respectivamente (Cuadro 1).

### Cuadro 1

*Descripción de los tratamientos utilizados para evaluar los efectos provocados por la bioestimulación del concentrado en la tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) durante el pre-engorde.*

Tratamiento	Descripción
T1 – Control	Balanceado comercial - 45% PC
T2 – Fermentado 100%	Balanceado comercial bioestimulado – 45% PC
T3 – Fermentado 50%	Balanceado comercial (50%) + Balanceado comercial bioestimulado (50%)

### Alimentación

El programa de alimentación se estableció basándose en la recomendación del perfil comercial alimenticio para tilapia de la empresa de Alimentos Concentrados Nacionales (ALCON) (Anexo 1). El alimento proporcionado durante el experimento fue balanceado con 45% de proteína cruda, el balanceado se molió con el objetivo de obtener un tamaño de partícula adecuado que facilitara su consumo. Respecto a la ración ofrecida, se calculó una dosis general para los tratamientos a partir del peso promedio de los organismos, esta se reajustó cada siete días tomando en cuenta los nuevos pesos promedios resultantes del muestreo realizado. El experimento se inició con una dosis calculada en base a 7% del peso vivo, posteriormente se redujo hasta el 6%, siendo ambos porcentajes los adecuados para la etapa y peso en que se encontraban los animales. La ración de alimento por día se dividió entre dos, realizando una rutina de alimentación por la mañana y otra en la tarde.

### Bioestimulación Líquida

La bioestimulación líquida se realizó en un matraz de Erlenmeyer con capacidad de 1,000 ml. Se agregó cinco gramos de prebiótico comercial (Actigen®), tres gramos de probiótico comercial (Lactosacc®), 1.5 gramos de enzimas digestivas (Allzyme®), 50 mililitros de melaza y se aforó con agua hasta 1,000 mL (Anexo 2). Fue agitado hasta obtener una mezcla homogénea y cubierto con el objetivo

de crear un ambiente anaerobio para que las bacterias realizaran su fase de crecimiento, se dejó reposar la mezcla por 24 horas a temperatura ambiente.

Actigen® es un producto que promueve la defensa inmunológica, favorece la salud, función y desarrollo intestinal, a través de una estimulación selectiva de prebióticos a base de manano oligosacáridos. Lactosacc® contiene cultivo de levaduras viables y aporta bacterias ácido-lácticas de alto rendimiento, junto con Allzyme® que provee a la mezcla enzimas digestivas se obtiene una sinergia

### **Bioestimulación Sólida**

Pasadas las 24 horas de fermentación de la mezcla líquida esta se vertió en 1 kg de alimento balanceado molido, se mezclaron con el objetivo de humedecer completamente el alimento se dejó reposar por 24 horas más, durante este tiempo se cuidó las condiciones anaerobias del medio y se expuso a temperatura ambiente (Anexo 3).

### **Muestreos y Cosecha**

Se realizaron seis muestreos de peso a lo largo del experimento, dicha actividad se llevó a cabo con una diferencia de seis días entre sí. El pesaje se realizó con una balanza digital “Ohaus Scout SPX421”, se pesaron 25 de alevines por tanque obteniendo el peso del total de la muestra, este dato se promedió entre la cantidad de animales pesada. Al finalizar las cinco semanas se realizó el muestreo final, se contó la cantidad de alevines por tanque y posteriormente se pesó el número total de animales.

### **Índice de Conversión Alimenticia**

Esta variable permite evaluar la capacidad de los animales de convertir alimento en biomasa. Para obtener el resultado de biomasa el cual será posteriormente utilizado para calcular la variable de

interés, se debe multiplicar el número total de alevines por unidad experimental por el peso unitario promedio como lo indica la ecuación 1. El índice de conversión alimenticia (ICA) se obtiene de calcular la biomasa neta, esta última es la resta de la biomasa final menos la biomasa inicial como lo expresa la ecuación 2. El índice de conversión alimenticia se calcula dividiendo la cantidad total de alimento suministrado entre la biomasa neta, usando la ecuación 3.

$$Biomasa = \text{número de alevines por tanque} \times \text{peso unitario promedio} \quad (1)$$

$$Biomasa \text{ neta} = \text{biomasa final} - \text{biomasa inicial} \quad (2)$$

$$ICA = \text{Cantidad de alimento proporcionado} \div \Delta \text{ biomasa} \quad (3)$$

### **Ganancia de Peso (g/pez)**

Permite determinar cuántos gramos de peso ganó cada animal desde la siembra hasta la cosecha. Se resta el peso final menos el peso inicial. Para esta variable se usó la ecuación 4.

$$Ganancia \text{ de peso} = \text{peso final promedio por pez} - \text{peso inicial promedio} \quad (4)$$

### **Sobrevivencia (%)**

Este cálculo expresa que porcentaje de animales sembrados sobrevivió a lo largo de todo el experimento, desde la siembra hasta la cosecha. Se obtiene de la división de los peces cosechados entre los peces sembrados multiplicados por 100. Para calcular esta variable se utilizó la ecuación 5.

$$Sobrevivencia = 100 \times (\text{peces cosechados} \div \text{peces sembrados}) \quad (5)$$

### **Calidad del Agua**

Permite evaluar las condiciones del agua a lo largo del experimento, esta es determinada por los valores de ciertos parámetros físicos y químicos. La calidad del agua fue monitoreada diariamente

durante la jornada de alimentación. Los parámetros fisicoquímicos considerados para objeto del estudio fueron oxígeno disuelto (mg/L), temperatura (°C) y amonio (mg/L) descritos a continuación.

### **Oxígeno Disuelto**

Expresa la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el agua, es importante garantizar concentraciones adecuadas de este elemento de esta forma logramos mantener condiciones oxidadas en el fondo de los tanques lo cual asegura que se lleven a cabo procesos biológicos y un buen desarrollo de los organismos vivos presentes. Este dato expresado en mg/L se obtuvo utilizando el medidor de oxígeno disuelto "Milwaukee MW600".

### **Amonio**

Muestra la cantidad de las dos formas de amonio existente en el agua, como iones amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) que no es tóxico, y como amoníaco tóxico no ionizado ( $\text{NH}_3$ ). La proporción de ambos depende de la temperatura y pH del agua. Se midió con el "API test kit amonio" esta prueba consiste en tomar una muestra de 5 ml de agua en un tubo de ensayo, agregar ocho gotas de cada una de las dos soluciones, las cuales reaccionarán provocando cambios en la tonalidad del agua, agitar la muestra y esperar cinco minutos para que el agua exprese completamente su color y comparar la tonalidad de la muestra con la tabla de color, en esta tabla se observa diferentes cantidades de amonio en mg/L según el color obtenido. Se repitió el proceso en cada unidad experimental.

### **Temperatura (°C)**

Este parámetro nos expresa la temperatura en grados Celsius del agua de cada unidad experimental al momento en el que se les fue proveyó el alimento a los animales. Dato tomado con un termómetro digital para acuario "Zacro".

## **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo, contando con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento con un total de nueve unidades experimentales. Se evaluaron tres variables de desempeño productivo: índice de conversión alimenticia, ganancia de peso y porcentaje de sobrevivencia. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia exigido de ( $P \leq 0.05$ ) mediante el programa estadístico JMP® versión 16.0.

## Resultados y Discusión

### Calidad del Agua

En acuicultura, la calidad del agua hace referencia a la composición y características de los parámetros fisicoquímicos que debe de cumplir el agua para cultivar diversos organismos acuáticos (Mendez 2018). Para objeto del experimento los parámetros analizados fueron oxígeno disuelto, temperatura y amonio. Los factores antes mencionados fueron monitoreados a lo largo del ensayo con el fin de realizar acciones correctivas que nos permitan mantener el medio en condiciones óptimas para la producción, conservando los parámetros dentro de los valores adecuados, de esta forma evitamos estrés en los animales y un posible efecto negativo en el ensayo.

### Temperatura

El rango de temperatura óptimo para el cultivo de esta especie oscila entre 25 y 30 °C (Saavedra [sin fecha]), durante el experimento se registró un rango de 22.8 a 35.9 °C y cambios bruscos de temperatura a lo largo del día. Según Luchini (2021) temperatura por encima de los 32 °C o menor a 20 °C reduce el crecimiento y la tasa de alimentación, lo antes mencionado probablemente esté relacionado con la disminución en el consumo de alimento y una ganancia de peso menor a la esperada. Sin embargo, se considera que su impacto no fue tan determinante debido a que las temperaturas promedio registradas sí estuvieron dentro del rango adecuado.

### Oxígeno Disuelto

En el Cuadro 2, el oxígeno disuelto presente en el agua de los diferentes tratamientos mantuvo un promedio de 5.41 mg/L durante las semanas experimentales. Este valor es adecuado según Ross (2020), quien expresa que el crecimiento óptimo se obtiene a concentraciones superiores a 3 mg/L.

Cuando se expone a los alevines a bajos niveles de oxígeno disuelto o se mantienen por periodos prolongados disminuye el metabolismo y crecimiento (Galdámez y Osorio 2017).

### Amonio

Se estima que las concentraciones óptimas de amonio deben estar por debajo de 0.05 mg/L (El-Sherif y El-Feky 2008). Durante el experimento se registró un valor promedio de 2.1 mg/L. Por lo tanto, los animales presenciaron concentraciones de amonio mayores a la máxima recomendada, estas condiciones repercuten en el animal afectando negativamente la alimentación, ingesta y crecimiento de los mismos (Mjoun et al. 2010).

### Cuadro 2

*Valores de temperatura, oxígeno disuelto y amonio registrados a lo largo del experimento.*

Parámetros	Promedio	Min.	Max.
Temperatura a.m. (°C)	26.36	22.8	31.1
Temperatura p.m. (°C)	30.46	24.9	35.9
Oxígeno Disuelto a.m. (ppm)	5.61	0.2	8.9
Oxígeno Disuelto p.m. (ppm)	4.9	0.9	9.7
Amonio (ppm)	2.1	0	8

### Sobrevivencia

La sobrevivencia puede ser afectada por factores como oxígeno disuelto, amonio, temperatura, estrés y otros (Tidwell 2012). Los animales se contabilizaron hasta el momento de la cosecha, de esta forma se evita someterlos frecuentemente a estrés; si bien los alevines al morir poseen la capacidad de flotar y ser contabilizados mediante la observación de la superficie de cada unidad experimental este método no es confiable debido a que los alevines también pueden ser depredados por aves, sedimentarse y descomponerse o ser consumidos por otros peces (canibalismo). Los factores antes

mencionados provocan inseguridad de los datos obtenidos mediante este método y justifica realizar una sola muestra finalizado el ensayo.

Se aprecia que el análisis para la variable no precisa diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos simbióticos y el control (Cuadro 3). Popma y Green (1990) consideran que una sobrevivencia aceptable en la fase de pre-engorde se mantiene dentro de 70% - 80%. Según lo reportado al final del presente ensayo, los animales sometidos al protocolo simbiótico presentaron un porcentaje de sobrevivencia dentro del rango, sin embargo, el grupo control presentó en promedio una sobrevivencia del 66%.

Esto no coincide con los resultados presentados por Meseguer y Cerezuela (2011) quien determinó que en los animales donde se usó sinergia entre probióticos y prebióticos las tasas de sobrevivencia fueron superiores en comparación con el tratamiento control, esto se puede relacionar con la mejora de la salud intestinal y con una respuesta favorable al estrés. La sobrevivencia pudo ser afectada por la exposición a bajas concentraciones de oxígeno ocasionadas por fallas en el sistema de aireación, esto sucedió en repetidas ocasiones durante la noche y madrugada siendo estos periodos críticos para la producción de oxígeno, en estas horas es indispensable la incorporación de oxígeno al sistema para evitar mortalidad.

### Cuadro 3

*Desempeño productivo de la tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) en porcentaje de sobrevivencia con alimento balanceado bioestimulado.*

Tratamiento	N	Sobrevivencia (%) <sup>n.s.</sup> ± D.E.
Control	3	66 ± 0.20
Fermentado 100%	3	79 ± 1.03
Fermentado 50%	3	79 ± 0.95
Probabilidad		0.5783
C.V. (%)		0.9333

*Nota.* n: Número de observaciones; C.V.: Coeficiente de variación; <sup>n.s.</sup>: No significativo; D.E.: Desviación estándar

## Índice de Conversión Alimenticia

Mediante este parámetro se expresa la eficiencia de los animales convirtiendo el alimento consumido en biomasa (Fry 2018). Un ensayo realizado en la Universidad Privada Antenor Orrego (2017) evaluó el comportamiento productivo de la tilapia en fase juvenil proporcionando en cada tratamiento vitamina C y manano oligosacáridos (MOS), concluyendo que su uso en la dieta de tilapia mejora las variables de consumo de alimento, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia en relación con el tratamiento control; este resultado difiere con el obtenido en el presente ensayo ya que entre los tratamientos no se expresa diferencias ( $P > 0.05$ ). De igual manera, los resultados no coinciden con Azevedo et al. (2015) quienes demostraron mejor desempeño en los tratamientos simbióticos comparados con los testigos.

### Cuadro 4

*Desempeño productivo de la tilapia gris (Oreochromis niloticus) en índice de conversión alimenticia con alimento balanceado bioestimulado.*

Tratamiento	N	ICA <sup>n.s.</sup> ± D.E.
Control	3	0.68 ± 0.03
Fermentado 100%	3	0.65 ± 0.01
Fermentado 50%	3	0.63 ± 0.03
Probabilidad		0.1235
C.V. (%)		3.56

*Nota.:* n: Número de observaciones; C.V: Coeficiente de variación; <sup>n.s.</sup>: No significativo; ICA: Índice de conversión alimentación; D.E:

Desviación estándar

## Ganancia de Peso por Animal

Los tratamientos no presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) para la variable de ganancia de peso por animal (Cuadro 5), resultado que coincide con el estudio presentado por Pérez (2006) quien experimentó usando un alimento con 45% de proteína cruda, dos tipos de probióticos, un prebiótico y un control, dicho ensayo no encontró diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo,

la literatura afirma que al usar probióticos y prebióticos en la dieta de la tilapia puede incrementar la ganancia de peso debido a la acción que genera en el balance de la micro biota intestinal del animal. Guerra (2015) al encontrar una mejora significativa para la variable ganancia de peso confirma lo expuesto por la literatura y recomienda el uso de *Bacillus subtilis* como probiótico para la alimentación de tilapias durante las diferentes etapas de crecimiento. Así también lo expresa Amin (2018), quien reportó mayor ganancia de peso en tratamientos simbióticos en comparación con los tratamientos control; dichos datos contradicen los obtenidos en el presente ensayo.

La ganancia de peso que se logró en los tratamientos no fue la esperada, esto posiblemente lo provocó una baja actividad de los microorganismos en el sistema ya que uno de los varios factores relacionados a la mejora de esta variable es la adición de enzimas provistas a través del alimento simbiótico, la adición permite mayor absorción y aprovechamiento de los nutrientes por parte del animal principalmente la fitasa que se encarga de romper enlaces de ácido fítico y acabar con las propiedades anti nutricionales (Mukherjee 2016). Se presume esto ya que no se tomó en cuenta la vida útil ni las condiciones de almacenamiento de los aditivos utilizados para la bioestimulación del alimento balanceado. El fabricante describe las condiciones óptimas de almacenamiento como un lugar fresco, seco y oscuro. Dentro de las indicaciones para la implementación de estos productos en los diferentes sistemas se hace énfasis en que deben usarse durante los primeros 18 meses luego de su elaboración, de no ser así la actividad de los microorganismos disminuye, los usados en el presente estudio estaban prontos a su fecha de caducidad.

**Cuadro 5**

*Desempeño productivo de la tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) en ganancia de peso (GDP) por animal con alimento balanceado bioestimulado.*

Tratamiento	n	GDP (g) n.s. ± D.E.
Control	3	7.07 ± 1.14
Fermentado 100%	3	9.15 ± 3.16
Fermentado 50%	3	9.49 ± 1.85
Probabilidad		0.4087
C.V. (%)		23.381

*Nota.* n: Número de observaciones; C.V: Coeficiente de variación; n.s: No significativo; GDP: Ganancia de peso por animal; D.E: Desviación estándar

## **Conclusión**

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el estudio, la bioestimulación realizada mediante un protocolo simbiótico al alimento comercial no mejoró los parámetros productivos de sobrevivencia, índice de conversión alimenticia y ganancia de peso de la tilapia gris durante la etapa de pre-engorde.

### **Recomendaciones**

Extender la duración del estudio desde el pre-engorde hasta la fase de engorde con el fin de determinar si durante el ciclo completo los factores productivos mantienen la misma tendencia.

Repetir el experimento en estanques con suelos de arcilla y así evaluar el efecto de la inclusión de prebióticos y probióticos en la dieta de la tilapia gris.

## Referencias

- Azevedo R. 2015. Economic evaluation of prebiotics, probiotics and symbiotics in juvenile Nile tilapia. *Rev. Ciênc. Agron.* 46(1):72–79. doi:10.1590/S1806-66902015000100009.
- Bindels LB. 2015. Towards a more comprehensive concept for prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 12(5):303–310. eng. doi:10.1038/nrgastro.2015.47.
- El-Sherif MS, El-Feky AM. 2008. Effect of Ammonia on Nile Tilapia (*O. Niloticus*) Performance and some Hematological and Histological Measures. En: 8th International Symposium on Tilapia in Aquaculture 2008. Egipto: Laboratorio Central de Investigación Acuícola ; [consultado el 6 de jun. de 2021]. <https://cals.arizona.edu/azaqua/ista/ISTA8/FinalPapers/PDF%20Files/39%20mohamed%20shreif12.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. Roma: FAO. ISBN: 978-92-5-132756-2.
- Fry JP. 2018. Feed conversion efficiency in aquaculture: do we measure it correctly? *Environ. Res. Lett.* 13(2):24017. doi:10.1088/1748-9326/aaa273.
- Galdámez J, Osorio R. 2017. Evaluación de dos niveles de probióticos (*Bacillus subtilis*) en alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en fase juvenil [Tesis]. El Salvador: Universidad de El Salvador; [consultado el 6 de jun. de 2021]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/14876/1/13101648.pdf>.
- García A. 2016. Microbiota, probióticos, prebióticos y simbióticos. Cuba: Centro de Rehabilitación Integral CEDESA; [consultado 04/20/2021]. <https://www.medigraphic.com/pdfs/actamedica/acm-2016/acm161g.pdf>.
- García Naranjo R. 2015. El uso de los probióticos en la industria acuícola: Artículo de revisión; [consultado el 3 de feb. de 2020]. 23(36):165–178. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/354/304>.

- Guerra G. 2015. Efecto de la adición de un probiótico (*Bacillus subtilis*) en la alimentación de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), durante la fase juvenil. [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos; [consultado el 6 de sep. de 2021]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2884/>.
- La prensa. 1 de jul. de 2020. Honduras abastece el 5% del consumo de tilapia de EEUU. La Prensa (Honduras); [consultado el 5 de oct. de 2021]. <https://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDItem=122772&IDCat=2&IdEnt=47>.
- Luchini L. 2021. Tilapia: su cultivo y sistemas de producción. Argentina: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca; [consultado el 5 de ago. de 2021]. [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/\\_archivos/000000\\_Especies/000008-Tilapia/071201\\_Generalidades%20acerca%20del%20cultivo%20\(Parte%2001\).pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/_archivos/000000_Especies/000008-Tilapia/071201_Generalidades%20acerca%20del%20cultivo%20(Parte%2001).pdf).
- Mendez F. 2018. Efecto de la adición de probióticos en un cultivo comercial de Tilapia para el mejoramiento del crecimiento y volúmenes de producción. [Tesis]. Tabasco (México): Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; [consultado el 6 de jun. de 2021]. [http://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/3457/1/TESIS\\_FRANCISCO%20\\_M%C3%89NDEZ\\_TAX.pdf](http://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/3457/1/TESIS_FRANCISCO%20_M%C3%89NDEZ_TAX.pdf).
- Meseguer J, Cerezuela R. 2011. Current Knowledge in Synbiotic Use for Fish Aquaculture: A Review. J Aquac Res Development; [consultado el 6 de jun. de 2021]. s1:1–7. <https://www.longdom.org/open-access/current-knowledge-in-synbiotic-use-for-fish-aquaculture-a-review-2155-9546.S1-008.pdf>. doi:10.4172/2155-9546.S1-008.
- Mjoun K, Rosentrater K, Brown ML. 2010. Tilapia: Environmental Biology and Nutritional Requirements [Tesis]. Estados Unidos: South Dakota State University; [consultado el 6 de may. de 2021]. [http://openprairie.sdstate.edu/extension\\_fact/164?utm\\_source=openprairie.sdstate.edu%2Fextension\\_fact%2F164&utm\\_medium=PDF&utm\\_campaign=PDFCoverPages](http://openprairie.sdstate.edu/extension_fact/164?utm_source=openprairie.sdstate.edu%2Fextension_fact%2F164&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages).

- Molina Torres K. La tilapia como sistema de producción para la economía campesina [Tesis]. Colombia: Universidad de La Salle; [consultado el 13 de may. de 2021]. [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=administracion\\_agronegocios](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=administracion_agronegocios).
- Mosquera L. 2015. Probióticos y prebióticos en acuicultura; [consultado el 20 de mar. de 2021]. 1(1):31–57. <http://revistas.sena.edu.co/index.php/Encuentro/article/view/2198>.
- Muhamad A. 2018. The Effects of Synbiotics and Probiotics Supplementation on Growth Performance of Red Hybrid Tilapia, (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) [Tesis]. Malaysia: Universiti Putra Malaysia; [consultado el 9 de jun. de 2021]. [https://www.researchgate.net/publication/332264006\\_The\\_Effects\\_of\\_Synbiotics\\_and\\_Probiotics\\_Supplementation\\_on\\_Growth\\_Performance\\_of\\_Red\\_Hybrid\\_Tilapia\\_Oreochromis\\_mossambicus\\_x\\_Oreochromis\\_niloticus](https://www.researchgate.net/publication/332264006_The_Effects_of_Synbiotics_and_Probiotics_Supplementation_on_Growth_Performance_of_Red_Hybrid_Tilapia_Oreochromis_mossambicus_x_Oreochromis_niloticus).
- Mukherjee R. 2016. Role of Fermentation in Improving Nutritional Quality of Soybean Meal - A Review. Asian-Australas J Anim Sci. 29(11):1523–1529. eng. doi:10.5713/ajas.15.0627.
- Oseguera M. 2016. Industria de la Tilapia en Honduras: Situación actual retos y expectativas. Honduras: Consejo Hondureño de la Empresa Privada; [consultado el 31 de jul. de 2021]. <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>.
- Pérez R. 2006. Efecto de la inclusión de probióticos y prebióticos en dietas para la fase de alevinaje de Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) [Tesis]. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia; [consultado el 9 de jun. de 2021]. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/1170/T776.pdf?sequence=1>.
- Pérez-Chabela MdL. 2020. The probiotics and their metabolites in aquaculture. A review. Hidrobiológica. 30(1):95–105. doi:10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v30n1/Perez.

- Popma T, Green W. 1990. Sex Reversal of Tilapia in Earthen Ponds [Tesis]. Alabama (USA): Auburn University, International Center of Aquaculture; [consultado el 6 de jun. de 2021]. [www.sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/.../04CA2008PD054.pdf](http://www.sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/.../04CA2008PD054.pdf).
- Ross L. 2020. Tilapias: Biology and Exploitation, Fish and Fisheries. Países bajos: Kluwer Academic Publishers (25); [consultado el 6 de may. de 2021]. [https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1163&context=extension\\_fact](https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1163&context=extension_fact).
- Saavedra M. [sin fecha]. Manejo del cultivo de tilapia. Nicaragua: University of Hawai Hilo; [consultado el 6 de feb. de 2021]. [http://repositorio.uca.edu.ni/2554/1/2006\\_manejo\\_del\\_cultivo\\_de\\_tilapia.pdf](http://repositorio.uca.edu.ni/2554/1/2006_manejo_del_cultivo_de_tilapia.pdf).
- [SAG] Secretaría de Agricultura y Ganadería. 2016. Honduras mantiene liderazgo en exportación de tilapia fresca. Honduras: SAG; [consultado el 17 de nov. de 2020]. <https://sag.gob.hn/sala-de-prensa/noticias/ano-2016/abril-2016/honduras-mantiene-liderazgo-en-exportacion-de-tilapia-fresca/>.
- Sanchez A. 2017. Adición de vitamina C y mananoligosacáridos (mos) en dietas de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en la fase de crecimiento, criadas en verano en la costa de la Región La Libertad. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego; [consultado el 17 de nov. de 2020]. <https://bit.ly/2VwJwGB>
- Schrezenmeir J, Vrese M. 2001. Probiotics, prebiotics, and synbiotics—approaching a definition. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 73(2):361s-364s. doi:10.1093/ajcn/73.2.361s.
- Tidwell J. 2012. Aquaculture production systems. Ames Iowa: Wiley-Blackwell. xv, 421. ISBN: 978-0-8138-0126-1; [consultado el 6 de jun. de 2021]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10499-012-9599-0>.
- Toledo A. 2018. Probióticos: una realidad en el cultivo de camarones [Tesis]; [consultado el 4 de dic. de 2021]. (2). <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v30n2/rpa09218.pdf>.

## Anexos

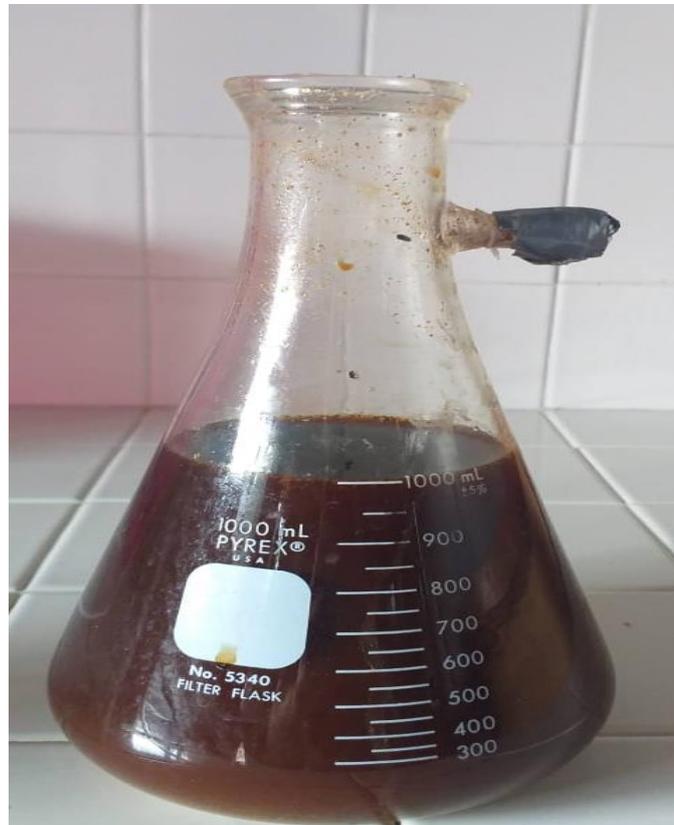
### Anexo A

*Perfil comercial alimenticio para tilapia de la empresa de Alimentos Concentrados Nacionales (ALCON)*

*utilizada para establecer la ración de alimento ofrecida.*

**PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN PARA TILAPIA, PERFIL COMERCIAL**  
 “La Distancia Más Corta al Mercado”  
**Guía de Alimentación por Etapa de Crecimiento**

Programa Alimentación Alimento	Partícula	Etapa de Vida	Peso del Pez gramos	Tasa de Alimentación		Raciones por día	Crecimiento g/día	Conversión Acumulada	Días de Cultivo
				% Peso vivo	Libras/mil peces				
Tilapia 45%	L-0	Reversión	0.01 - 0.8	a voluntad		8			
Tilapia 45%	L-1	Pre-cría	1.0 - 5.0	13.0%	0.86	8	0.5	0.66	8
Tilapia 45%	L-2	Pre-cría	5.0 - 10.0	8.0%	1.32	6	0.5	0.96	19
Tilapia 45%	L-2	Pre-cría	10.0 - 15.0	7.0%	1.93	6	0.6	1.16	28
Tilapia 45%	L-3	Pre-cría	15.0 - 25.0	6.0%	2.64	6	0.7	1.34	41
T-38% Starter	E-0	Inicio	25.0 - 40.0	6.0%	3.58	4	1.1	1.39	55
T-38% Starter	E-0	Inicio	40.0 - 60.0	4.0%	4.41	4	1.4	1.4	69
T-38% Starter	E-0	Inicio	60.0 - 80.0	3.0%	4.63	4	1.6	1.38	82
T-32% Grower	E-2	Desarrollo	80.0 - 100.0	2.8%	5.5	3	1.5	1.44	95
T-32% Grower	E-2	Desarrollo	100.0 - 200.0	2.3%	7.6	3	2.3	1.46	138
T-32% Grower	E-2	Desarrollo	200.0 - 300.0	2.0%	11.01	3	3.4	1.46	167
T-32% Grower	E-2	Desarrollo	300.0 - 400.0	1.8%	13.88	3	3.7	1.53	195
T-28% Finisher	E-2	Engorde	400.0 - 500.0	1.7%	16.85	3	4	1.60	220
T-28% Finisher	E-2	Engorde	500.0 - 600.0	1.6%	19.38	3	4.5	1.67	242
T-28% Finisher	E-2	Engorde	600.0 - 700.0	1.6%	22.19	3	4.8	1.73	263
T-28% Finisher	E-2	Engorde	700.0 - 800.0	1.5%	24.78	3	5.6	1.77	281
T-24% Harvest	E-3	Cosecha o Mantenimiento		1.5%		3	2.5		

**Anexo B***Bioestimulación líquida*

**Anexo C***Bioestimulación sólida*