

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



Proyecto Especial de Graduación  
**Evaluación de DVAQUA® en la alimentación de tilapia gris**  
***(Oreochromis niloticus)***

Estudiantes

Erick Oswaldo Fuentes Cardona  
Pablo Vicente Sierra Montoya

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.  
Yordan Martínez, D.Sc.

Honduras, julio 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA MARGARITA MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ROGEL CASTILLO**

Director Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Contenido.....	3
Índice de Cuadros .....	5
Índice de Anexos .....	6
Resumen .....	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos .....	12
Ubicación y Período de Ejecución.....	12
Unidades Experimentales .....	12
Siembra .....	12
Alimentación.....	12
Adición del Aditivo .....	13
Tratamientos Evaluados.....	13
Tratamiento 1. Control .....	13
Tratamiento 2. Control + DVAQUA® .....	13
Variables Evaluadas .....	14
Sobrevivencia (%) .....	14
Biomasa Neta (g) .....	14
Índice de Conversión Alimenticia (ICA).....	14
Ganancia de Peso (g) .....	15
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	15

Resultados y Discusión.....	16
Calidad de Agua .....	16
Sobrevivencia (%).....	16
Biomasa Neta (g).....	18
Índice de Conversión Alimenticia (ICA) (g).....	19
Ganancia de Peso (g).....	20
Conclusiones .....	22
Recomendaciones .....	23
Referencias.....	24
Anexos.....	26

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Parámetros de calidad de agua en la producción de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) en un ensayo con agua verde, comparando una dieta comercial vs una dieta comercial + DVAQUA® .....	16
Cuadro 2 Supervivencia en porcentaje de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) en un ensayo con agua verde, comparando una dieta comercial vs una dieta comercial + DVAQUA® .....	17
Cuadro 3 Biomasa neta de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) en un ensayo con agua verde, comparando una dieta comercial vs una dieta comercial + DVAQUA® .....	18
Cuadro 4 Índice de conversión alimenticia (ICA) de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) en un ensayo con agua verde, comparando una dieta comercial vs una dieta comercial + DVAQUA® .....	20
Cuadro 5 Ganancia de peso de tilapia del Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) en un ensayo con agua verde, comparando una dieta comercial vs una dieta comercial + DVAQUA® .....	21

## Índice de Anexos

Anexo A Ejemplares de <i>Oreochromis niloticus</i> en los tanques del tratamiento .....	26
Anexo B Alimento preparado semanalmente dependiendo de la biomasa obtenida en muestreo ....	27
Anexo C Proceso de recambio para mantener condiciones adecuadas .....	28
Anexo D Proceso de muestreo de <i>Oreochromis niloticus</i> .....	29

## Resumen

La producción de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) ha cobrado gran importancia en los sistemas acuícolas latinoamericanos debido a su sabor y color. Considerándose una excelente opción para productores locales y grandes empresas, por sus hábitos alimenticios y resistencia a diversas condiciones. Durante el experimento, se compararon dos dietas, evaluando DVAQUA® y su efectividad, ya que, al ser un fermentado microbiano, actúa como un aditivo favorable, brindando beneficios al sistema digestivo e inmunológico del animal. El estudio se realizó en la unidad de acuicultura “Daniel E. Meyer” de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano donde se sembraron 600 tilapias de 1.34 g en promedio en 12 tanques plásticos de 4.24 m<sup>2</sup>. El análisis estadístico se realizó por medio de prueba t ( $P < 0.05$ ). Durante 28 días se evaluaron diversas variables, dividiendo el alimento según tratamiento, en seis tanques, proporcionando únicamente concentrado 45% de proteína cruda de la marca ALCON® y en los demás, el mismo alimento incluyendo DVAQUA®, demostrando que, la inclusión del aditivo mantiene la sobrevivencia, obteniendo un mejor desempeño durante el experimento, en comparación a los que no se les proporcionó. En biomasa neta se observaron mejores resultados, reflejándose con mayor intensidad a medida avanzaba el experimento. En cuanto al índice de conversión alimenticia, no se observó diferencia significativa, sin embargo, los tanques tratados con el aditivo demostraron mejores resultados. Por último, en la ganancia de peso, se observa un incremento en los datos durante el último muestreo, pero, únicamente se observa diferencia significativa en el segundo muestreo

*Palabras clave:* Efectividad, fermentado, sistema digestivo, sistema inmunológico, sobrevivencia.

### Abstract

The production of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) has gained a lot of importance in Latin American aquaculture systems due to its flavor and color. Considering an excellent option for local producers and large companies, due to his eating habits and resistance to various conditions. During the experiment, two diets were compared, evaluating DVAQUA® and its effectiveness, because is a microbial fermented, acts as a favorable additive, providing benefits to the digestive and immune system of the animal. The study was carried out in the "Daniel E. Meyer" aquaculture unit of the Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, where 600 tilapia of 1.34 g on average were planted in 12 plastic tanks of 4.24 m<sup>2</sup>. Statistical analysis was performed by t-test ( $P < 0.05$ ). For 28 days several variables were evaluated, dividing the food according to the treatment, in six tanks, providing 45% concentrate of crude protein of the ALCON® brand, without additive and in the others, the same food including DVAQUA®, showing that, the inclusion of the additive maintains survival, obtaining a better performance during the experiment, compared to those that were not provided. In the net biomass better results were observed, being reflected with greater intensity as the experiment progressed. Regarding the feed conversion index, no significant difference was observed, however, the tanks treated with the additive showed better results. Finally, in weight gain, an increase is observed during the last sample, emphasizing that a significant difference is only observed in the second sample.

*Keywords:* Effectiveness, fermented, digestive system, immune system, survival.

## Introducción

A lo largo de los años, la acuicultura ha tomado mayor importancia en el campo de la alimentación, nutrición y el empleo de millones de personas, las cuales muchas veces tienen dificultades para mantener estados de vida razonables. En 2016, la acuicultura alcanzó un récord mundial con una producción de 171 millones de toneladas, utilizando directamente un 88% de esta producción para la alimentación humana, provocando una estabilidad en este rubro (FAO 2018).

Los acuicultores hoy en día cuentan con el desafío de seguir sufriendo las necesidades alimenticias de la población y produciendo de manera sustentable. Al ser una especie tropical, la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) prefiere aguas someras, sin embargo, sobrevive en temperaturas mayores a los 12 °C e inferiores a los 42 °C. Se alimenta de microorganismos como fitoplancton, perifiton, plantas acuáticas, pequeños invertebrados, fauna béntica, desechos y capas bacterianas asociadas a los detritus; filtrando estas partículas suspendidas, incluyendo el fitoplancton y bacterias y atrapándolas en las mucosas de la cavidad bucal, sin embargo, la mayor cantidad de su alimento lo consigue pastando las capas de perifiton (Rackocy 2021). Una ventaja de esta especie es que tiene una alta tasa de desove, fertilidad y alta viabilidad. Uno de los mayores inconvenientes es su reproducción, la cual se da antes de la talla de comercialización, debido a esto, se debe separar los machos y hembras en el momento oportuno, también, se recomienda engordar únicamente machos. Saavedra (2006) menciona que, *Oreochromis niloticus* puede ser sometida a diferentes tipos de producción, sea esta intensiva o extensiva llegando a tener una mayor densidad de animales por metro cuadrado. Logrando el aumento de la producción y disminuyendo a su vez, los costos operativos, obteniendo mayor rentabilidad en la producción

El alimento utilizado en la producción de la tilapia del Nilo, representa aproximadamente un 50% de los costos productivos de esta actividad (AQUA 2018). Siendo así, se debe asegurar que nuestro programa de alimentación sea seguro, económico y aprovechable, es de suma importancia

que el personal de alimentación en las granjas reciba retroalimentación de parte de las casas comerciales del alimento, para asegurar el correcto desempeño. El éxito de la actividad acuícola dependerá netamente de la eficiencia del cultivo, manejo del alimento, técnicas de alimentación, considerando la calidad y cantidad suministrada.

En la actualidad, las enfermedades acuícolas incitan a los productores a buscar nuevas tecnologías que permitan poner en práctica, procedimientos preventivos, limitando la acción de los patógenos que afectan la producción, otorgando mayor importancia a las actividades de sanidad acuícola. Nicovita (2012) nos indica que las enfermedades representan la mayor pérdida económica en el área de acuicultura, siendo responsables de una mortalidad increíblemente alta. Los principales patógenos que pueden afectar a las tilapias son los parásitos, y en mayor medida las bacterias, que aprovechan las malas condiciones del pez y de los sistemas productivos.

DVAQUA® (Diamond V, EE. UU.), es un aditivo con grandes aportaciones en la salud animal, entre las que, según el proveedor, se puede señalar: mejorar su sistema inmunológico y presentar mayor porcentaje de digestibilidad. Este aditivo se puede describir como un fermentado microbiano compuesto por cientos de compuestos metabolitos bioactivos, que tienen actividad o función biológica en el cuerpo. Estas moléculas tienen un impacto positivo tanto en la función inmunológica como en la salud digestiva, actúan de forma natural ayudando a fortalecer las defensas de los animales a través del sistema inmunológico innato del camarón y el sistema inmunológico innato y adaptativo de los peces. Estudios previos demuestran que, DVAQUA® aumenta la respuesta inmunitaria cuando es necesario, promueve la integridad del tejido intestinal y nutre las bacterias beneficiosas en el intestino (La Cadena 2020).

Lo anterior indica que, al incluirlo en la alimentación, se obtendrán mejores rendimientos, un sistema inmunológico fuerte, promueve la supervivencia, una producción más eficiente, salud y bienestar en general. Con el crecimiento productivo se incrementan los desafíos y limitaciones, por lo

que, es de suma importancia buscar alternativas que brinden resultados positivos en las explotaciones acuícolas. El objetivo del presente estudio fue, evaluar el efecto de DVAQUA® en los parámetros productivos de la tilapia gris (*Oreochromis niloticus*).

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación y Período de Ejecución**

El estudio se llevó a cabo entre los meses de abril y mayo del año 2021, en las instalaciones de la unidad de investigación acuícola “Daniel E. Meyer”, de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el Km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yegüare, Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. A una altura de 800 msnm, con una temperatura promedio de 27.30 °C y con una precipitación promedio anual de 1,337 mm.

### **Unidades Experimentales**

Se utilizaron 12 tanques circulares de plástico de 0.45 m de alto y 0.9 m de diámetro, cada uno con un área de 4.24 m<sup>2</sup> y un volumen de 0.30 m<sup>3</sup>. Cada tanque contó con un sistema de difusión mediante el uso de un blower regenerativo con una potencia de tres caballos de fuerza y mangueras con piedras difusoras ubicadas en el centro de cada tanque, realizando tres recambios de agua por semana, con el objetivo de disminuir la carga de amonio.

### **Siembra**

La siembra se realizó con un peso promedio de 1.34 g/tilapia. Distribuyendo un total aproximado de 11.80 tilapias/m<sup>2</sup>, 50 tilapias/tanque y 300 tilapias/tratamiento, con un total de 600 animales para todo el experimento y una biomasa promedio de 67.143 g/tanque.

### **Alimentación**

El alimento que se utilizó fue una harina con 45% de proteína cruda de la marca ALCON®, la cantidad que se proporcionó a cada tanque se basó utilizando un 13% de la biomasa inicial de cada animal. Se ajustó la ración en cada muestreo de acuerdo con el peso promedio obtenido de cada

tanque, se prepararon paquetes semanales que efectuaron una alimentación más exacta. La frecuencia de alimentación fue de dos raciones al día, 8:00 am y 3:00 pm.

### **Adición del Aditivo**

Se añadió al balanceado comercial el aditivo DVAQUA<sup>®</sup>, con una proporción de 5 g del producto para 100 g de alimento. Se optó por moler el alimento, para integrar el aditivo con mayor facilidad.

### **Tratamientos Evaluados**

En el estudio se evaluó dos tratamientos, en ambas dietas utilizando el balanceado comercial de la marca ALCON<sup>®</sup>, 45% proteína cruda (PC) durante un período de 28 días.

#### ***Tratamiento 1. Control***

En el alimento suministrado no se realizó ningún cambio, estableciéndose con las mismas condiciones productivas, temperatura, oxígeno disuelto y recambios de agua. Lo que permitió comparar el desempeño de ambos tratamientos.

#### ***Tratamiento 2. Control + DVAQUA<sup>®</sup>***

Al alimento suministrado se le añadió el aditivo, asegurándose que se incorporará adecuadamente. Logrando evaluar la eficiencia del aditivo al ser integrado en la dieta.

## **Variables Evaluadas**

### ***Sobrevivencia (%)***

Indica el porcentaje de animales sobrevivientes. Se obtuvo convirtiendo los valores a arcoseno, tal como Fragata et al. (2012) y se ejecutaron en el programa JMP®. Por último, transformando los resultados a seno nuevamente y convirtiendo los mismos en porcentaje en el programa Microsoft Excel®.

### ***Biomasa Neta (g)***

Se calcula multiplicando el peso promedio de las tilapias con la cantidad de animales vivos de cada muestreo. Luego, restando los resultados del muestreo con la biomasa inicial, indicando el incremento que obtuvieron los animales a lo largo del experimento Reflejado en la ecuación 1 y 2.

$$\text{Biomasa del muestreo} = \text{Peso promedio de tilapias} \times \text{Animales vivos} \quad (1)$$

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

### ***Índice de Conversión Alimenticia (ICA)***

El ICA indica la eficiencia que tuvo el animal, convirtiendo el alimento entregado en biomasa. Para obtener el dato, se dividió el alimento proporcionado entre la biomasa neta obtenida a lo largo del experimento. En la Ecuación 3 se observa dicho procedimiento:

$$\text{Índice de conversión alimenticia} = \left( \frac{\text{Alimento proporcionado}}{\text{Biomasa obtenida}} \right) \quad (3)$$

**Ganancia de Peso (g)**

Variable que permite identificar el peso promedio de los animales del tanque, observando así, cómo beneficia el aditivo a las tilapias. Se obtiene dividiendo la biomasa neta entre los animales vivos del tratamiento, observado en la Ecuación 4:

$$\text{Ganancia de peso} = \left( \frac{\text{Biomasa Neta}}{\text{Animales vivos}} \right) \quad (4)$$

**Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Se realizó un diseño completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo, utilizando dos tratamientos y seis repeticiones por cada uno, con un total de 12 unidades experimentales. Se ejecutó un análisis de medias y desviación estándar y comparación de medias de cada par de t de "Student" con un nivel de significancia de  $P \leq 0.05$ , utilizando el paquete estadístico JMP®, de SAS®, versión 16.

## Resultados y Discusión

### Calidad de Agua

Durante el ensayo se midieron parámetros de calidad de agua, que demuestran que las condiciones fueron similares en los tanques. Se utilizó un sistema de agua verde que, según Neori (2011) los organismos presentes en estos sistemas son nutritivos para las especies que se desarrollan en estas aguas, aportando grandes beneficios al oxígeno disuelto, realizando fotosíntesis principalmente planctónico y macrofítico. El oxígeno disuelto [OD] se mantuvo en los rangos óptimos mencionados por Briones et al. (2017) quienes reportaron que el rango mínimo debe permanecer en 3 mg/L, debido al equipo utilizado y al sistema de aguas verdes, conservando rangos adecuados de este parámetro. Las temperaturas permanecieron en los rangos óptimos según la FAO (2021). Los niveles de amonio no representaron mayor riesgo, ya que, al realizar recambios regularmente se mantuvieron en rangos favorables para la producción. En el Cuadro 1, se observa el promedio de cada parámetro y los rangos mínimo y máximo encontrados.

### Cuadro 1

*Parámetros de calidad de agua en la producción de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en un ensayo con agua verde, comparando una dieta comercial vs una dieta comercial + DVAQUA®*

Parámetros de calidad de agua	Promedio	Mínimo	Máximo
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.81	4.57	8.63
Temperatura (°C)	27.30	25.18	28.75
Amonio (mg/L)	0.21	0.00	1.00

### Sobrevivencia (%)

En el Cuadro 2 se observa la sobrevivencia, en porcentaje, que se evaluó durante el experimento, donde se demuestra que a las tilapias proporcionadas con DVAQUA® obtuvieron un mejor desempeño durante los muestreos, sin embargo, durante la primera semana, no se observan

diferencias significativas. Condiciones como; temperatura, nivel de oxígeno o nivel de amonio, no afectaron dicha variable, ya que, se logró mantener uniformidad en los tanques. Los valores encontrados en los tanques alimentados con DVAQUA® mantuvieron un rango mínimo de 99%, mientras que los tanques control, el mejor dato que se obtuvo fue de 96% únicamente en el primer muestreo y disminuyendo a un 87% al finalizar el experimento, demostrando el impacto positivo que generó la inclusión de DVAQUA® en la dieta. Como menciona Balbuena (2011) una reducción en la sobrevivencia, resulta en pérdidas económicas, debido a esto, se deben adquirir conocimientos y habilidades, que permitan implementar nuevas tecnologías, dando como resultado la mejora de las unidades productivas. Evitar la reducción en la sobrevivencia beneficia la producción acuícola, por esto, los acuicultores buscan maneras de mejorar la calidad del agua y los sistemas de producción, incorporando aditivos que apoyen el sistema inmune, estimulando así, las defensas del animal, logrando incrementar la producción. Coral et al. (2007) menciona que los inmunoestimulantes incrementan la sobrevivencia de los animales, lo que trae beneficios en la producción. Estudios realizados por Abu-Elala et al (2013) con la cepa de *Saccharomyces cerevisiae*, misma utilizada en DVAQUA®, indican que los porcentajes de sobrevivencia aumentaron en los grupos tratados con dicho fermentado, a comparación del grupo control. Estudios realizados por He et al (2009) indicaron que DVAQUA sí actúa sobre la microbiota autóctona, como menciona La Cadena (2020)

## Cuadro 2

*Sobrevivencia en porcentaje de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en un ensayo con agua verde, comparando una dieta comercial vs una dieta comercial + DVAQUA®*

Tratamiento	Día de muestreo			
	7	14	21	28
Alimento Control	96 ± 0.15	89 ± 0.15	88 ± 0.15	87 ± 0.15
Alimento + DVAQUA®	100 ± 0	100 ± 0	99 ± 0.05	99 ± 0.05
Probabilidad	0.1315	0.0306	0.0269	0.0282

*Nota.* Resultados presentados como media ± error estándar de la media

### Biomasa Neta (g)

El Cuadro 3, indica la biomasa neta adquirida durante el experimento. Observando que, durante la primera semana del experimento no existió diferencia significativa. Por otro lado, a partir de la segunda semana de evaluación se observan diferencias entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ) reflejándose aún más, a medida avanzó el experimento. Demostrando que los tanques a los que se les añadió DVAQUA® obtuvieron una mayor biomasa neta, en comparación a los tanques control. Coral et al (2007) menciona que, al incrementarse los procesos anabólicos, excediendo los catabólicos, se aumentan los tejidos, provocando un incremento de la biomasa, influenciado por aditivos que promuevan dicha acción. DVAQUA®, cumplió este papel, siendo el promotor de la mejora de los sistemas digestivo e inmune, logrando un incremento en la biomasa. En un estudio previo del efecto de seis dietas experimentales isoproteicas e isolipídicas con adición de los productos de fermentación de *Saccharomyces cerevisiae* (DVAQUA®), se demostró que la suplementación de este aditivo afectó a la comunidad autóctona de bacterias intestinales, lo que mejoró la actividad de estas al estimularlas (Núñez De La Rosa 2011). Esto permite una mayor ganancia de peso del animal, transformando fácilmente el alimento a biomasa, obteniendo mejores valores.

### Cuadro 3

*Biomasa neta de tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus) en un ensayo con agua verde, comparando una dieta comercial vs una dieta comercial + DVAQUA®*

Tratamiento	Día de muestreo			
	7	14	21	28
Control	26.23 ± 5.56	62.44 ± 7.74	117.64 ± 10.23	158.48 ± 14.83
Control + DVAQUA®	33.67 ± 2.43	89.75 ± 5.18	147.13 ± 6.10	199.60 ± 6.76
Probabilidad	0.2615	0.0173	0.0379	0.0397

*Nota.* Resultados presentados como media ± error estándar de la media

### **Índice de Conversión Alimenticia (ICA) (g)**

El Cuadro 4 indica el ICA, indicador de la cantidad de alimento consumido con relación a biomasa obtenida, en un determinado tiempo (Castelló Orvay 2013). Durante el experimento, no se encontró diferencia entre los tratamientos, sin embargo, se observó que, el tratamiento con DVAQUA®, mostró mejores resultados, ya que como menciona Meyer (2004) un valor menor para el ICA significa un uso eficiente del alimento y seguramente una mayor rentabilidad del cultivo. Uno de los errores frecuentes de la producción acuícola es pensar que disminuir la conversión alimenticia significa restringir el alimento. Al contrario, como indica la empresa Molinos Champion S.A (2020) la disminución del ICA, es mejorar la producción, a partir de la cantidad y calidad del alimento suministrado al animal durante el ciclo de producción. Los factores aceptables dependerán del cuidado que se tenga durante la alimentación, desde 1.2 hasta 1.5, entre más cercano a 1 será mejor para el productor (Pineda 2012).

Estudios previos como el realizado por Wang et al. (2020) demuestra que los peces alimentados con DVAQUA® fueron significativamente más grandes y lograron una tasa de conversión alimenticia mejorada, obteniendo rangos de 1.17 en los peces que recibieron suplementos de DVAQUA® comparados con el grupo control, los cuales obtuvieron 1.21.

Es de suma importancia controlar este parámetro como lo plantea Pereira (2015), por lo que es importante conocer la ración optima que se debe suministrar, para alcanzar una mayor eficiencia y un máximo crecimiento.

**Cuadro 4**

*Índice de conversión alimenticia (ICA) de tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus) en un ensayo con agua verde, comparando una dieta comercial vs una dieta comercial + DVAQUA®*

Tratamiento	Día de muestreo			
	7	14	21	28
Control	3.62 ± 2.27	1.61 ± 0.19	1.47 ± 0.08	1.79 ± 0.12
Control + DVAQUA®	1.19 ± 0.08	1.11 ± 0.07	1.30 ± 0.05	1.58 ± 0.04
Probabilidad	0.3348	0.0533	0.1234	0.1685

*Nota.* Resultados presentados como media ± error estándar de la media

**Ganancia de Peso (g)**

En la ganancia de peso obtenida durante el experimento, se observó que únicamente existió diferencia significativa en el segundo muestreo, sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron en los tanques alimentados con DVAQUA®, logrando una ganancia de peso promedio de 4.01 g, en el último muestreo. El crecimiento de la tilapia y de la tasa de utilización del alimento depende de varios factores, a menudo difíciles de controlar: cantidad de alimento, densidad de siembra y disponibilidad de oxígeno (Saavedra 2006). Por tal razón se recomienda definir una adecuada forma de alimentación, entre las que se destacaron, frecuencia y hora de alimentación. Optimizando estas técnicas, se contribuye a la mejora de la salud animal y, por ende, a la ganancia de peso. Un aspecto importante que se debe tomar en cuenta para el crecimiento adecuado, son los requerimientos nutricionales como indicó Macarena (2017) los juveniles, 10-25 g, requieren más energía de los lípidos y carbohidratos, pero una menor proporción de proteínas para su crecimiento, en cambio, los peces adultos >25 g, requieren una menor cantidad de proteína dietética y mayores niveles de carbohidratos como fuente de energía Barnes et al. (2006) realizaron un experimento evaluando la adición de un complemento de cultivo de levadura, manifestando que, durante la alimentación de la trucha arco iris, los tanques que recibieron las dietas suplementadas con cultivo de levadura, en comparación con los tanques que recibieron una dieta control, presentaron una ganancia final de peso

significativamente mayor en los tanques que recibieron el tratamiento. En función de lo planteado se determinó que la inclusión de DVAQUA® incrementa los índices productivos, afectando positivamente el desarrollo del animal.

### Cuadro 5

*Ganancia de peso de tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus) en un ensayo con agua verde, comparando una dieta comercial vs una dieta comercial + DVAQUA®*

Tratamiento	Día de muestreo			
	7	14	21	28
Control	0.54 ± 0.11	1.46 ± 0.08	2.83 ± 0.12	3.86 ± 0.10
Control + DVAQUA®	0.67 ± 0.04	1.79 ± 0.10	2.96 ± 0.11	4.01 ± 0.13
Probabilidad	0.3384	0.0326	0.4841	0.3918

*Nota.* Resultados presentados como media ± error estándar de la media

## **Conclusiones**

DVAQUA® resultó un metabolito eficaz, capaz de mejorar la sobrevivencia y el índice de conversión alimenticia de la tilapia.

Los animales utilizados para este experimento mostraron resultados positivos al incluir el aditivo, logrando un incremento en los datos promedios de la biomasa, a comparación de aquellos a los que no se les suministró.

### **Recomendaciones**

Realizar el experimento con animales más grandes, y observar si esto conlleva a obtener resultados más notorios.

Repetir el experimento con tilapia roja, otra especie dentro de la unidad de acuicultura, para determinar si existe variación en los resultados.

Realizar un análisis económico para determinar de qué forma beneficia al productor y el porcentaje que disminuiría en la inversión de la alimentación.

Llevar a cabo un análisis alimenticio del aporte nutricional de cada dieta, para identificar más a detalle las contribuciones que tienen al animal.

## Referencias

- Abu-Elala N, Marzouk M, Moustafa M. 2013. Use of different *Saccharomyces cerevisiae* biotic forms as immune-modulator and growth promoter for *Oreochromis niloticus* challenged with some fish pathogens. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*. 1(1):21–29. doi:10.1016/j.ijvsm.2013.05.001.
- AQUA. 2018. La importancia de la nutrición. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado 2021; consultado el 7 de jun. de 2021]. <https://www.aqua.cl/editorial/la-importancia-la-nutricion/>.
- Balbuena ED. 2011. Manual para Extensionistas en Acuicultura. Paraguay: [sin editorial]; [consultado el 14 de jun. de 2021]. <http://www.fao.org/3/as828s/as828s.pdf>.
- Barnes ME, Durben DJ, Reeves SG, Sanders R. 2006. Dietary yeast culture supplementation improves initial rearing of McConaughy strain rainbow trout. *Aquaculture Nutrition*. 12(5):388–394. doi:10.1111/j.1365-2095.2006.00439.x.
- Briones Pérez E, Hernández Acosta E, Leal Mendoza AI, Calvario Rivera CI. 2017. La calidad del agua en diferentes unidades de producción acuícola de Tlaxcala, México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 4(5):40–48. <http://www.reibci.org/publicados/2017/oct/2500108.pdf>.
- Castelló Orvay F. 2013. Piscicultura marina en Latinoamérica: Bases científicas y técnicas para su desarrollo. Barcelona: Universitat de Barcelona, Publicacions i Edicions. ISBN: 978-84-475-3719-8.
- Coral S, Palacios Palacios J, Zambrano L, Macias J. 2007. Evaluacion Comparativa de Prebioticos y Probioticos Incorporados en el Alimento. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola*; [consultado el 19 de jun. de 2021]. 2:191–229. <https://revistas.udenar.edu.com/>.
- [CTAQUA] Centro Tecnológico de la Acuicultura. 2017. Alimentación optimizada para tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) de Senegal. Senegal. Informe de Vigilancia Tecnológica. <https://cutt.ly/nmW0Vjc>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura: Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma: Food & Agriculture Org. ISBN: 978-92-5-130688-8; [consultado el 31 de may. de 2021]. <http://www.fao.org/3/i9540es/i9540ES.pdf>.
- Fraga I, Flores E, Reyes R, Llanes Y. 2012. Efecto de diferentes densidades de siembra en el engorde de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. aureus*) en jaulas colocadas en la bahía de Casilda, Cuba. *Revista Investigaciones Marinas*. 32(1):16–23. <https://cutt.ly/smWVMDy>.
- Fuentes E, Sierra P. 2020. Dvaqua y sus beneficios en la Acuicultura. Entrevista con La Cadena D de. [sin lugar]. 9 de sep. de 2020.

- He S, Zhou Z, Liu Y, Shi P, Yao B, Ringo E, Yoon I. 2009. Effects of dietary *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product (DVAQUA®) on growth performance, intestinal autochthonous bacterial community and non-specific immunity of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* ♂×*O. aureus* ♀) cultured in cages. *Aquaculture*; [consultado el 1 de jul. de 2021]. 294:99–107. <https://www.researchgate.net/publication/222513408>.
- Meyer D. 2004. Introducción a la Acuicultura. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 14 de jun. de 2021]. [https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2490/1/208986\\_0363%20-%20Copy.pdf](https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2490/1/208986_0363%20-%20Copy.pdf).
- Neori A. 2011. “Green water” microalgae: the leading sector in world aquaculture. *Journal of Applied Phycology*. 23(1):143–149. doi:10.1007/s10811-010-9531-9.
- Nicovita. 2012. Manual de crianza Tilapia. Argentina. <https://cutt.ly/EmWNZgQ>.
- Núñez De La Rosa MG. 2011. Evaluación preliminar de las poblaciones bacterianas asociadas al tracto intestinal de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) expuesta a aceites esenciales de orégano en la dieta [Tesis]. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7890/186310.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Pereira-Chaves JM, Salas-Meléndez, María de los Ángeles. 2015. Análisis de los hábitos alimenticios con estudiantes de décimo año de un Colegio Técnico en Pérez Zeledón basados en los temas transversales del programa de tercer ciclo de educación general básica de Costa Rica. *Revista Electrónica Educare*; [consultado 2015]. 21(3):1–23. doi:10.15359/ree.21-3.12.
- Pineda M. 2012. FCA: Calcular alimento para tilapias. [sin lugar]: PisciculturaGlobal. <https://www.pisciculturaglobal.com/serie-alimento-para-tilapias-calculando/>.
- Rackocy J. 2021. Programa de información de especies acuáticas: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). Roma: FAO. [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis\\_niloticus/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oreochromis_niloticus/es).
- Saavedra MA. 2006. Manejo del cultivo de Tilapia. Managua, Nicaragua: USAID. <https://cutt.ly/JmW1i8w>.
- Saúl. 2020. ¿Qué es la conversión alimenticia y cuál es su importancia económica? Guayaquil, Ecuador: Molinos Champion S.A. <https://www.molinoschampion.com/conversion-alimenticia-y-su-importancia/>.
- Wang J, Cevik M, Bodur M. 2020. On the Impact of Deep Learning-based Time-series Forecasts on Multistage Stochastic Programming Policies. [sin lugar]. <http://arxiv.org/pdf/2009.00665v1>.

**Anexos****Anexo A**

*Ejemplares de Oreochromis niloticus en los tanques del tratamiento*



**Anexo B**

*Alimento preparado semanalmente dependiendo de la biomasa obtenida en muestreo*



**Anexo C**

*Proceso de recambio para mantener condiciones adecuadas de calidad del agua*



**Anexo D**

*Proceso de muestreo de Oreochromis niloticus*

