

## Efecto de *Saccharomyces cerevisiae* en el desempeño de crecimiento y parámetros hematológicos en un cultivo comercial de tilapia

### Effect of *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance and hematological parameter in commercial tilapia culture

Carolina Esther Melgar-Valdes<sup>1\*</sup>  | Lidia Noemi Urquilla-Ortiz<sup>1</sup>  | Alfonso Castillo-Domínguez<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>División Académica Multidisciplinaria de los Ríos. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Km. 1. Carretera Tenosique-Estapilla. Col. Solidaridad. C.P. 86901.Tenosique, Tabasco, México.

\*Autor de correspondencia: [cemv81@gmail.com](mailto:cemv81@gmail.com)

#### Autor de correspondencia:

Carolina Esther Melgar-Valdes.  
División Académica  
Multidisciplinaria de los Ríos.  
Universidad Juárez Autónoma de  
Tabasco. Km. 1. Carretera  
Tenosique-Estapilla. Col.  
Solidaridad. C.P. 86901.Tenosique,  
Tabasco, México.

**Como citar:** Melgar-Valdes CE,  
Urquilla-Ortiz LM, Castillo-  
Domínguez A. Efecto de  
*Saccharomyces cerevisiae* en el  
desempeño de crecimiento y  
parámetros hematológicos en un  
cultivo comercial de tilapia. Tropical  
Aquaculture 2 (1): e5735. DOI  
10.19136/ta.a2n1.5735

**Artículo recibido:** 17 de junio 2024

**Artículo revisado:** 01 de agosto de  
2024

**Artículo aceptado:** 02 de octubre  
de 2024

**License creative commons:** This  
work is licensed under a Creative  
Commons Attribution-  
NonCommercial-ShareAlike 4.0  
International License 

#### Resumen

En México, la actividad piscícola avanza hacia la tendencia de sustentabilidad, propiciando que la producción y los productos obtenidos incrementen su calidad y cantidad, disminuyendo el impacto ambiental. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de *Saccharomyces cerevisiae* (probiótico comercial Blue Booster<sup>®</sup>) a través de dos tratamientos bajo un diseño completamente al azar, fueron sembradas 36 crías/m<sup>3</sup> en estanques de geomembrana de 69 m<sup>3</sup>, a las cuales se les suministró durante 150 días la levadura del género *Saccharomyces cerevisiae* en concentración de 1x10<sup>9</sup> UFC mL<sup>-1</sup> y un tratamiento Control (TC) sin la adición de la levadura. Se determinaron las variables de crecimiento y hematológicas en los peces, y los parámetros de calidad en el agua. La calidad del agua se mantuvo dentro de los rangos considerados normales para la zootecnia de la especie, mostrando que el tratamiento con Blue Booster<sup>®</sup> (BB) tuvo mejor desempeño del crecimiento y mejor calidad de agua. Los peces tratados con la levadura mostraron un peso promedio de 499.0 g (± 59.6), con una longitud promedio de 26.1cm (± 1.36), siendo significativamente diferente del tratamiento Control (p< 0.05). Se observó que el porcentaje de hematocritos fue mayor para el tratamiento BB con un 44.3%, al igual que la supervivencia con un 94.0%. Los resultados mostraron que con la aplicación de esta tecnología probiótica se mantiene en mejores condiciones óptimas la calidad del agua y se logran mejorar los parámetros productivos, además se logró reducir la frecuencia de recambio de agua en los estanques de cultivo que es un beneficio directo para el productor.

**Palabras clave:** Probiótico comercial, levadura, tilapia, ciclo de cultivo.

#### Abstract

In Mexico, fish farming is moving towards a trend towards sustainability, which means that production and the products obtained increase in quality and quantity, reducing the environmental impact. The objective of the present study was to evaluate the effect of *Saccharomyces cerevisiae* (commercial probiotic Blue Booster<sup>®</sup>) through two treatments under a completely randomised design; 36 broodstock/m<sup>3</sup> were stocked in 69 m<sup>3</sup> geomembrane ponds, which were supplied with *Saccharomyces cerevisiae* yeast for 150 days at a concentration of 1x10<sup>9</sup> CFU mL<sup>-1</sup> and a Control treatment (CT) without the addition of the yeast. Growth and haematological variables were determined in the fish, and water quality parameters were determined. Water quality remained within the ranges considered normal for the species' culture, showing that the Blue Booster<sup>®</sup> (BB) treatment had better growth performance and water quality. Yeast-treated fish showed an average weight of 499.0 g (± 59.6), with an average length of 26.1cm (± 1.36), being significantly different from the Control treatment (p< 0.05). It was observed that the hematocrit percentage was higher for the BB treatment, at 44.3%, and survival was 94.0%. The results showed that with the application of this probiotic technology, the water quality is maintained in optimal conditions and the productive parameters are improved, in addition to reducing the frequency of water replacement in the culture ponds, which is a direct benefit for the producer.

**Keywords:** commercial probiotic, yeast, tilapia, culture time.

## Introducción

A nivel mundial, la acuicultura se ha expandido rápidamente con el objetivo de satisfacer la creciente demanda de producción de alimentos de origen acuáticos y con ello, disminuir la desnutrición mediante el suministro de productos de alta calidad proteica, así como erradicar la pobreza en un proceso de desarrollo sostenible (FAO, 2020). No obstante, con la intensificación de los sistemas de cultivo, se han registrado numerosos desafíos como el deterioro ambiental, el cambio climático y sobre todo la recurrente presencia de enfermedades (Bondad-Reantaso *et al.* 2023). En este sentido, Arsène *et al.* (2022) mencionaron que la acuicultura se ha vuelto dependiente de antibióticos y otras sustancias químicas para mejorar la producción acuícola, pero que la falta de un diagnóstico efectivo y el uso indiscriminado de estos agentes antimicrobianos, ha dado como resultado la acumulación de residuos en los productos acuícolas, la evidente resistencia de los patógenos y los efectos adversos asociados en la salud humana (González-Salas, Vidal del Río y Pimienta-Concepción, 2021). Es por ello, que se han generado diversas alternativas al uso de antibióticos en el cultivo de organismos acuáticos que incluyen vacunación, terapia con fagos, activos de plantas medicinales y tecnologías probióticas, prebióticas, simbióticas, parabióticas y postbióticas (APROMAR, 2020; Bondad-Reantaso *et al.* 2023). A pesar de la diversidad de estrategias, las variaciones en la aplicabilidad han dependido de la economía de los productores, de la infraestructura nacional e internacional, de la disponibilidad comercial, así como de las especies cultivadas (FAO, 2020). Sin embargo, diversos estudios han demostrado que la tecnología más recurrente en el cultivo de peces dulceacuícolas en condiciones

experimentales se orienta hacia el uso de probióticos y prebióticos (Albuquerque *et al.* 2014; Bermúdez Medranda *et al.* 2020; Silva *et al.* 2021) obteniéndose resultados benéficos en el crecimiento, supervivencia y parámetros hematológicos.

En Tabasco, el cultivo de tilapia es la actividad acuícola que tiene mayor prioridad en términos productivos y por tanto en economía. Actualmente, existe un registro por parte del Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Tabasco (CESAT) de 173 granjas acuícolas distribuidas en todo el estado, en donde la producción ha disminuido notablemente por la presencia de enfermedades, principalmente de origen bacteriano con especies del género *Streptococcus*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Francisella* y *Pseudomonas*. En la gran mayoría de los casos, los productores han aplicado antibióticos y otros productos químicos sin tener un diagnóstico adecuado. No obstante, estos fármacos, han sido diseñados esencialmente para mamíferos terrestres. En consecuencia, la necesidad de mejorar la resistencia a las enfermedades, el rendimiento del crecimiento, la eficiencia de los alimentos y la producción acuática segura para el consumo humano ha exigido a los productores la aplicación de nuevas tecnologías que logren controlar el entorno de la acuicultura. A pesar de las alternativas generadas para aplicarlas en la acuicultura, muchas de estas tecnologías representan altos costos. Por lo que, el uso de prebióticos y probióticos, entendido ahora como tecnología simbiótica continúa siendo una opción para garantizar la sostenibilidad y la rentabilidad a gran escala (Umu *et al.* 2017). A pesar de los beneficios documentados en la acuicultura con el uso de prebióticos y probióticos, aún quedan vacíos científicos que permitan utilizar productos comerciales disponibles con esta tecnología y evidenciar en sistemas de cultivo bajo condiciones reales de

producción su eficiencia en los parámetros zootécnicos y económicos. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo principal evaluar el efecto del probiótico Blue Booster® que contiene la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en un cultivo de tilapia a nivel comercial sobre los parámetros de crecimiento, calidad del agua, hematológicos y de producción.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El estudio se realizó en la Piscigranja “El Usumacintae” ubicada en las coordenadas (17°26′21″ Norte; 91°29′26″ Oeste), Boca del Cerro, en el municipio de Tenosique, Tabasco, México. La Piscigranja se ha dedicado a la fase de engorda de tilapia en un sistema de producción intensivo, certificada por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) en las Buenas Prácticas de Producción para el cultivo de Tilapia (BPPTi) desde el año 2021 con número de certificación: AC-PD-27-24140. La evaluación del Blue Booster® se llevó a cabo en estanques circulares de geomembrana de 9 m de diámetro y 1.10 m de altura con una capacidad operativa de 69 m<sup>3</sup>. Se consideró un tiempo de experimentación de 150 días en función del período de cultivo comercial establecido por el programa de la granja. Las crías de tilapia *Oreochromis niloticus* variedad *Chitralada* fueron obtenidas de un laboratorio de reproducción reconocido por la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), provenientes de un mismo lote de reproductores con pesos promedio de 1.5 g y con una longitud total promedio de 2.5 cm en cuatro etapas de crecimiento: 1) Iniciación con un 45% de proteína y un tamaño de partícula 1.5 mm alimentados a razón de 10% del peso vivo día<sup>-1</sup> en seis raciones. 2) Pre-engorda con un 45% de proteína y un tamaño de partícula 2.5 mm

alimentados a razón de 8% del peso vivo día<sup>-1</sup> en cinco raciones. 3) Engorda con un 35-32% de proteína y un tamaño de partícula 3.5 mm alimentados a razón de 6% peso vivo día<sup>-1</sup>. 4) finalización con peces alimentados con un 25% de proteína y un tamaño de partícula 5.5 mm a razón de 4% peso vivo día<sup>-1</sup> en cinco raciones (09:00, 11:00, 13:00, 15:00 y 17:00 h).

### Obtención del probiótico

Se utilizó el probiótico comercial Blue Booster® que contiene la levadura *Saccharomyces cerevisiae* con una concentración de 1x10<sup>9</sup> UFC mL<sup>-1</sup>. El producto maneja la levadura en una presentación en polvo, en donde la levadura se encuentra en estado inactivo mezclado con melaza deshidratada como fuente de carbono para su latencia y viabilidad. La activación de la levadura se realiza en el momento de la aplicación del polvo cuando entra en contacto con el agua del estanque en una dosis de 4 g por cada 1000 g de alimento suministrado durante el día, esto de acuerdo con las recomendaciones del fabricante (Tecnología Nutricional del Golfo).

### Diseño Experimental

El diseño consistió en un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos y dos repeticiones. Se emplearon 36 crías/m<sup>3</sup> de tilapia en estanques de geomembrana de 69 m<sup>3</sup>, con una duración de 150 días. La evaluación consistió en el suministro del probiótico comercial Blue Booster® (BB) diariamente, aplicando una dosis única directamente en el agua después de la última comida del día, distribuyendo los tratamientos de la siguiente manera: BB, dosificación del probiótico comercial y el tratamiento Control (TC), al cual no se le administró el probiótico comercial.

### Parámetros de crecimiento

Durante el ciclo de cultivo se realizaron las biometrías a los peces de manera mensual,

según la metodología propuesta por Murray y Larry (2009) para poblaciones finitas, la cual determina muestrear a 70 organismos, a los que se les midió el peso total con una balanza digital OHAUS® ( $\pm 0.1$  g de precisión) en las etapas de iniciación, pre-engorda, mientras que en las etapas de engorda y finalización se utilizó una balanza TRUPPER® ( $\pm 5$  g) y la longitud total se midió empleando un calibrador digital Vernier convencional.

### Parámetros de calidad del agua

Durante el experimento se monitorearon los parámetros de la calidad de agua: temperatura ( $\pm 0.5$  °C), el pH ( $\pm 0.05$ ), Oxígeno Disuelto (mg/L) y sólidos disueltos totales con un equipo multiparamétrico HANNA® Instruments HI98129, transparencia (cm) con el disco de *Secchi*, potencial de oxidación-reducción con una sonda PCE-PH 30R ( $\pm 1000$  mV) y amonio no ionizado (NH<sub>3</sub>) con un kit colorimétrico API® Freshwater Master Test Kit. Todos los parámetros fueron medidos dos veces al día (8:00 a.m. y 5:00 p.m.). Para las mediciones del amoníaco (NH<sub>3</sub>), se empleó el método de tira de color del kit de análisis de agua API® Freshwater Master Test Kit (Mars FishCare, Chalfont, USA) utilizado comúnmente por la industria de la acuicultura (Senok, 2005; Yu *et al.* 2019).

### Parámetros hematológicos

Los organismos fueron anestesiados con una dosis de 0.25 mL L<sup>-1</sup> de una solución de aceite de clavo disuelto en etanol en proporción 1:10 (Javahery *et al.* 2012). Las muestras sanguíneas se colectaron de la vena caudal al final del ciclo de cultivo, con ayuda de una jeringa para insulina con aguja de 20G x 32 mm. Se colectaron aproximadamente 0.4 mL por pez. La mitad de la muestra se colocó en un microcontainer con anticoagulante EDTA-K2 para la determinación del hematocrito. La otra mitad se colocó en un tubo cilíndrico cónico

Eppendorf, se centrifugó a 2000 rpm durante cinco minutos para separar el suero, el cual se utilizó para el análisis de química sanguínea. Se utilizó el método de micro-hematocrito, que consiste en llenar capilares de cristal con 60  $\mu$ L de sangre con anticoagulante EDTA-K2, sellados por un extremo y centrifugados a 4000 rpm durante 10 minutos en una centrifuga PRO-12K MICRO. Posteriormente, se determinó el porcentaje de hematocrito (hct) con ayuda de un lector circular de hematocrito siguiendo la metodología propuesta por Rawling *et al.* (2009).

### Parámetros de producción

Después de obtener los datos biométricos se calcularon diversos índices de crecimiento, conforme a lo establecido en Gutiérrez-Ramírez *et al.* (2016):

$$1. \text{ Ganancia de peso (GP) del período: } GP = Pf - Pi$$

Donde Pf es peso final y Pi es peso inicial en gramos.

$$2. \text{ Ganancia de talla (GT): } GT = Tf - Ti$$

Donde Tf es talla final y Ti es talla inicial.

$$3. \text{ Tasa de Crecimiento Específica (TCE):}$$

$$TCE (\%) = \frac{\ln(Pf) - \ln(Pi)}{\text{tiempo}} \times 100$$

Donde: Pf y Pi son el peso final e inicial, t es el tiempo de cultivo y Ln es el logaritmo natural de los pesos.

$$4. \text{ Tasa de Conversión Alimenticia (TCA):}$$

$$TCA = \frac{\text{Alimento consumido (kg)}}{\text{Biomasa final del período (Kg)}}$$

$$5. \text{ Factor de Condición (K): } K = (P/L^3) \times 100$$

Donde P es el peso corporal húmedo en gramos y L es la Longitud en cm.

6. Supervivencia (S):  $Supervivencia (\%) = \frac{Número\ final\ de\ peces}{Número\ inicial\ de\ peces} \times 100$

### Costo-beneficio por el uso del probiótico

La presentación del Blue Booster® es una caja de 10 Kg. El costo de la caja a venta a mayoreo fue de \$2,200 pesos mexicanos (114.6 USD). Para determinar el costo-beneficio se registraron el número de recambios de agua, el volumen de agua gastado ( $m^3$ ), gasto energético de la bomba (horas) y considerando el costo de energía suministrada por la compañía eléctrica nacional CFE ( $Kv\ h^{-1}$ ) gastado en los recambios y uso de bomba.

### Análisis estadístico

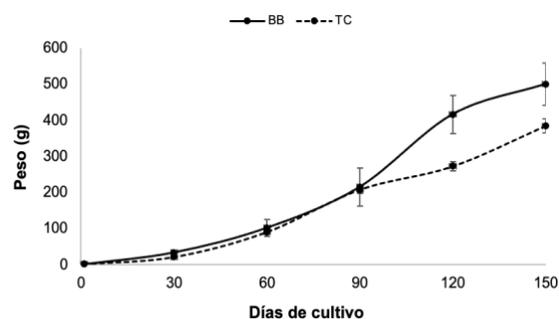
A todos los datos obtenidos se le realizaron pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov y homocedasticidad de Bartlett. En el caso de los parámetros que se expresan en porcentaje, se realizó la transformación del arcoseno de la raíz cuadrada previo al análisis estadístico. Posteriormente, se aplicó un contraste de medias de Student para discernir posibles diferencias significativas entre tratamientos (Zar 2010). Todos los análisis estadísticos se realizaron empleando el software STATISTICA v.7.0 (Statsoft, 2004), con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ .

## Resultados

### Parámetros productivos y hematológicos en el cultivo de tilapia

El contraste de medias mostró diferencias significativas entre el tratamiento Control y el tratamiento con BB ( $p < 0.05$ ), representado entre el peso final del TC con 384.00 g ( $\pm 80.90$ ) y el probiótico BB con 499.00 g ( $\pm 59.60$ ) (Fig. 1). Estos resultados indican el despliegue del crecimiento en peso a partir del día 90 con organismos de 200.00 g en peso y con una longitud final de 23.40 cm ( $\pm 1.09$ ) del TC y 26.10 cm ( $\pm 1.36$ ) para el tratamiento BB.

La biomasa final del TC fue de 735.60 kg ( $\pm 27.84$ ) y la biomasa final del tratamiento con BB fue de 1,174.34 kg ( $\pm 142.0$ ). Al final del experimento, los valores del factor de condición no mostraron diferencias significativas, mostrando valores de 2.68 para el TC y 2.77 ( $\pm 0.11$ ) para el tratamiento con BB.



**Figura 1.** Valores promedio ( $\pm$  EE) del peso de los peces durante los 150 días de cultivo. Los asteriscos denotan diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento con BB y el tratamiento Control (TC), para un tiempo determinado ( $p < 0.05$ ).

La tasa de conversión alimenticia final registrada fue de 1.56 ( $\pm 0.03$ ) para el TC y de 1.43 ( $\pm 0.05$ ) para el tratamiento BB, mientras que la supervivencia observada fue de 73.0 % para el TC y 94% para el tratamiento BB. Finalmente, el índice de hematocrito determinado como indicador de bienestar y de respuesta inmune, mostró un promedio en el tratamiento BB de 44.3% en comparación con el TC con un 36.1% ( $p < 0.05$ ).

### Efecto de BB en los parámetros de la calidad del agua

Los valores promedio de los parámetros de la calidad del agua estuvieron dentro de los rangos óptimos para el cultivo de tilapia (*Oreochromis* sp) mostrando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre las variables pH, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, potencial de oxidoreducción, amonio y transparencia entre el TC y BB. Tabla 1. El parámetro físico de temperatura del agua no evidenció diferencias

significativas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ), mostrando valores promedio de 29.8 °C ( $\pm 0.99$ ) para el tratamiento Control y 29.5 °C ( $\pm 0.75$ ) para el tratamiento BB. La tabla 1 muestra los valores promedio de estos parámetros fisicoquímicos para ambos tratamientos.

### Costo-beneficio del Blue Booster® en el cultivo de tilapia

La comparación en términos de costo-beneficio indica que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el tratamiento Control y el tratamiento BB en el número de los recambios realizados por estanque de geomembrana, volumen de agua gastada, el uso de horas bomba sumergible y el costo energético (Tabla 2), observándose que la aplicación del Blue Booster® en el agua de los estanques de cultivo de tilapia, redujo considerablemente todos estos parámetros. La cantidad total de Blue Booster® suministrado durante el experimento fue de 7.650 Kg.

**Tabla 1.** Parámetros de la calidad del agua evaluados en los tratamientos durante el cultivo de tilapia en la Piscigranja El Usumacintae.

| Parámetros fisicoquímicos                                    | TC                             | BB                            |
|--|--------------------------------|-------------------------------|
| Temperatura (°C)   | 29.80 $\pm$ 0.99 <sup>a</sup>  | 29.50 $\pm$ 0.75 <sup>a</sup> |
| pH (H <sup>+</sup> )   | 8.46 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>   | 8.25 $\pm$ 0.21 <sup>b</sup>  |
| Oxígeno disuelto (mg L <sup>-1</sup> )                       | 4.62 $\pm$ 2.02 <sup>a</sup>   | 6.71 $\pm$ 2.09 <sup>b</sup>  |
| Sólidos disueltos totales (ppm)                              | 296.00 $\pm$ 38.0 <sup>a</sup> | 199.0 $\pm$ 29.3 <sup>b</sup> |
| Potencial de óxido-reducción (mV)                            | 98.60 $\pm$ 31.1 <sup>a</sup>  | 148.0 $\pm$ 39.0 <sup>b</sup> |
| Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (mg L <sup>-1</sup> ) | 0.50 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>   | 0.25 $\pm$ 0.19 <sup>b</sup>  |
| Transparencia (cm)   | 15.40 $\pm$ 11.5 <sup>a</sup>  | 27.1 $\pm$ 19.6 <sup>b</sup>  |

Valores promedio  $\pm$  desviación estándar. Letras diferentes en los superíndices de los tratamientos para un mismo parámetro indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ). Tratamientos: TC, sin probiótico, BB, adición del probiótico comercial Blue Booster® (*Saccharomyces cerevisiae*) en el agua del cultivo.

**Tabla 2.** Costo-beneficio evaluado en los tratamientos durante el cultivo de tilapia en la Piscigranja El Usumacintae.

| Parámetros de costo-beneficio                 | TC                           | BB                          |
|---|------------------------------|-----------------------------|
| No. de recambios                              | 35 $\pm$ 1.87 <sup>a</sup>   | 7 $\pm$ 0.87 <sup>b</sup>   |
| Volumen de agua utilizada (m <sup>3</sup> )   | 1530 $\pm$ 24.3 <sup>a</sup> | 179 $\pm$ 13.1 <sup>b</sup> |
| Uso de bomba (h)                              | 149 $\pm$ 18.1 <sup>a</sup>  | 21 $\pm$ 10.4 <sup>b</sup>  |
| Costo energético CFE (5.8Kv h <sup>-1</sup> ) | 999 $\pm$ 32.5 <sup>a</sup>  | 160 $\pm$ 11.2 <sup>b</sup> |

Valores promedio  $\pm$  desviación estándar. Letras diferentes en los superíndices representan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Tratamientos (TC y BB), adición del probiótico comercial Blue Booster® *Saccharomyces cerevisiae* en el agua del cultivo.

### Discusión

Diversas investigaciones han demostrado que el uso de probióticos en la piscicultura de la tilapia confiere efectos positivos en el crecimiento, ganancia en peso, inmunidad, resistencia a las enfermedades y en la supervivencia (Cano-Lozano *et al.* 2022). En el presente estudio, se observó que con la adición del probiótico comercial Blue Booster® *Saccharomyces cerevisiae* en el agua durante el ciclo de cultivo, incrementaron los valores promedio de los parámetros de crecimiento, producción y hematológicos en los peces cultivados en comparación con el tratamiento Control. Lo anterior, concuerda con lo determinado por Pineda *et al.* (2020) con el incremento del crecimiento y la supervivencia de la tilapia roja *Oreochromis* sp después de haber aplicado *S. cerevisiae* proveniente del probiótico Levapan®, así como el incremento en peso en etapa de alevines de *O. niloticus* con la ingesta de una dieta enriquecida con dicha levadura (Hassaan *et al.* 2018).

Por otra parte, Ran *et al.* (2015) demostraron que el uso del producto Actisaf® a base de *S. cerevisiae* contribuyó en el bienestar y el crecimiento de la tilapia del Nilo influenciando en el fortalecimiento de su sistema inmune con la modificación de la morfología de las microvellosidades del intestino, en la reducción de la expresión genética de proteínas de estrés como la hsp70 y en la disminución de la actividad de la fosfatasa

alcalina en el intestino de los peces. En este sentido, se ha reportado que la levadura *S. cerevisiae* tiene la capacidad de adherirse y desarrollarse en el mucus intestinal del huésped (Ringo *et al.* 2010), segregando a través de su pared celular compuestos complejos como los manano-oligosacáridos que impiden químicamente el establecimiento de bacterias patógenas (Torrecillas *et al.* 2014), las poliaminas que coadyuvan en los procesos de expresión genética y promueven la homeostasis (Reyes-Becerril *et al.* 2011) y enzimas peptídicas que contribuyen en la degradación del alimento consumido mejorando la asimilación de los nutrientes y con ello, el buen funcionamiento del sistema digestivo de los peces (Baloch, 2015, Mugwanya *et al.* 2022). Por otra parte, es importante resaltar que, aunque no se encontraron diferencias en el factor de condición (K) con el uso de los probióticos, sí se observó el impacto positivo en el bienestar de las tilapias para ambos tratamientos con la implementación de las buenas prácticas de producción en la granja productora, derivado de su proceso de certificación. En estudios previos, se ha demostrado que el factor de condición (K) este ligado al comportamiento de la biología de las poblaciones de los peces, así como a su grado de bienestar influenciado por la nutrición, estrés, contaminantes y presencia de enfermedades.

Se pudo observar que la calidad del agua en los estanques de geomembrana en donde se aplicó el tratamiento con levadura Blue Booster<sup>®</sup>, se mantuvo entre los intervalos óptimos para el cultivo de tilapia, en las variables de temperatura, pH, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, potencial de óxido reducción, amonio y transparencia. La temperatura del agua fue una variable que no se pudo controlar mostrando variaciones en sus promedios entre el Control y el tratamiento con levadura Blue

Booster, pero aun así se logró mantener dentro de los intervalos esperados en el cultivo de peces en aguas dulce. Es importante mencionar, que la temperatura es uno de los parámetros más importantes y limitantes en los procesos productivos, ya que afecta las actividades metabólicas, crecimiento, alimentación, reproducción y el comportamiento en general de los organismos acuáticos (Meyer 2004).

Con respecto a la concentración de oxígeno disuelto en el agua, este varió entre el Control y el tratamiento con levadura, incrementando los valores arriba de 5 mg L<sup>-1</sup>, según Alcántar-Vázquez *et al.* (2014) para el cultivo de tilapias. El oxígeno disuelto es fundamental en los sistemas cultivos pues condiciona, el comportamiento y el crecimiento de los organismos (Wetzel 2001). Para la especie de *O. niloticus* que es tolerante a bajas concentraciones de oxígeno ( $\approx 3$  mg L<sup>-1</sup>), aunque a temperaturas superiores a los 30 °C aumenta su consumo durante el día, mientras que a concentraciones menores 5 mg L<sup>-1</sup> hacen que el metabolismo disminuya y por ende el consumo de alimento y la saciedad, de modo que el crecimiento individual se hace más lento (Pandit y Nakamura 2010). Por tanto, es probable que, en nuestro estudio, esto haya ocurrido en los meses de incremento de temperatura (abril, mayo, junio, julio y agosto). El pH presentó un ligero incremento con tendencia alcalina en ambos tratamientos, esto concuerda con los intervalos para el cultivo de tilapia según (Asain *et al.* 2011); siendo ligeramente menor en el tratamiento con Blue Booster<sup>®</sup>. Los sólidos disueltos son una medida muy importante para el bienestar de los peces, las aguas completamente transparentes generan estrés en los peces y las extremadamente ricas en sólidos suspendidos pueden causar problemas de respiración y branquiales (Pariisse 2018). Los sólidos

disueltos totales (STD) para el tratamiento Control y para el tratamiento con Blue Booster<sup>®</sup> se mantuvieron en niveles altos. Es importante mencionar que cuando los sólidos disueltos se muestran por arriba de 100 mg L<sup>-1</sup> la concentración de oxígeno disuelto disminuye y el fitoplancton hace que el agua sea dura con alta concentración de minerales y materia orgánica (Coreas-Madrid *et al.* 2018).

Los valores promedio de amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) para el tratamiento con levadura Blue Booster<sup>®</sup> no sobrepasaron la concentración de 0.2 mg L<sup>-1</sup>, y no presentaron riesgo para los organismos según lo indicado por González *et al.* (2010); sin embargo, para el tratamiento Control este parámetro estuvo por arriba de 0.5 mg L<sup>-1</sup>, esto demuestra que con la adición de la levadura *S. cerevisiae* reduce los niveles de amonio en la columna de agua según Mantilla *et al.* (2016), modificando la comunidad microbiana relacionada con el ambiente donde éste se desarrolla. Los valores promedio de la transparencia para el tratamiento Control estuvieron por debajo de los 25 a 35 cm de visibilidad mencionados como óptimos por González y Mejía (2012), observándose algas verdes no filamentosas; mientras que para el tratamiento Blue Booster<sup>®</sup> tuvo un promedio de 27 cm mejorando las condiciones para el crecimiento de los organismos. Con la adición de *S. cerevisiae* mostró que estos resultados son relevantes para la mejora de los parámetros de la calidad del agua, lo cual apoya el concepto de su uso en los cultivos de peces. En este sentido, el costo-beneficio por el uso del probiótico comercial Blue Booster<sup>®</sup> tiene un efecto directo en el mejoramiento de la calidad del agua, es decir, mientras más tiempo se mantiene el agua dentro de los parámetros recomendados para el cultivo de tilapia, se requerirá un menor trabajo operativo en los estanques de geomembrana.

## Conclusiones

En el presente trabajo se observó que los mejores resultados en variables de crecimiento y parámetros hematológicos evaluados durante el cultivo de tilapia en la Piscigranja El Usumacintae se obtuvieron aplicando el probiótico comercial Blue Booster<sup>®</sup>. La inclusión del probiótico comercial mejoró y mantuvo los parámetros de pH, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, potencial de óxido reducción, amonio y transparencia. Las Buenas Prácticas de Producción en el cultivo de tilapia ayudan en la obtención de mejores resultados en los parámetros de crecimiento, producción, hematológicos y de calidad del agua, lo cual colabora con un mejor funcionamiento del probiótico. Los tiempos de cultivo se redujeron con el uso de la levadura y el costo beneficio obtenido justifica la compra del probiótico.

## Conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningun conflicto de interés.

## Literatura citada

- Albuquerque DM, Marengo ni NG, Mahl I, Moura MC de, Rodríguez-Rodríguez MDP, Ribeiro RP (2014) *Bacillus* em dietas para alevinos de tilápia do nilo, variedade Gift. Revista Bioscience 31(2).<https://doi.org/10.14393/BJ-v31n2a2015-22506>.
- Alcántar J, Santos C, Moreno R, Antonio C. (2014). Manual para la producción de supermachos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). UNPA-PIFI, Oaxaca. México, 81.
- APROMAR (2020) Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos. La acuicultura en España. <http://www.apromar.es/content/informes-anauales>.
- Arsène MMJ, Davares AKL, Viktorovna PI, Andreevna SL, Sarra S, Khelifi I, Sergueïevna DM (2022) The public health issue of antibiotic residues in food and feed: Causes, consequences, and potential solutions. Veterinary World 15(3): 662-671. doi: 10.14202/vetworld.2022.662-671.
- Asain HA, Fernández DB, Reta MJL, Suárez SCA (2011) Manual de acuicultura para la producción de mojarra tilapia (*Oreochromis spp*). Colegio de Postgraduados. Montecillos, Texcoco, Estado de México.
- Baloch AR, Zhang XY, Schade R. IgY. (2015). Technology in aquaculture a review. Reviews in Aquaculture 7(3):153-160. doi:10.1111/raq.12059
- Bermúdez M, Lucas A, Marcillo G, Vélez-Chica E, Cruz-Quintana J, Mesias Y, Vásconez A, Espinoza-Vera Y, Piaguage MM, Santana-Piñeros EA (2020) Effect of two commercial probiotics on weight gain, hematological parameters and intestinal histology in the Pacific fat sleeper *Dormitator latifrons*. Aquatechnica 23-30.
- Bondad-Reantaso MG, MacKinnon B, Karunasagar I, Fridman S, Alday-Sanz V, Brun E, Le Groumellec M, Li A, Surachetpong W, Karunasagar I, Hao B, Dall'Occo A, Urbani R, Caputo A (2023) Revisión de alternativas al uso de antibióticos en acuicultura Reviews in Aquaculture 15(4): 1421-1451. doi:10.1111/raq.12786
- Cano-Lozano JA, Díaz LMV, Bolívar JFM, Hume ME Pardo RYR (2022) Probióticos en cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*): condiciones potenciales de cultivo de probióticos *Lactococcus lactis*. Revista de Bociencia y Bioingeniería 133 (3), 187-194.
- Castañeda Guillot, C. (2018). Probióticos, puesta al día: an update. Revista cubana de *pediatría*, 90(2), 286–298. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75312018000200009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312018000200009)
- Coreas-Madrid, A., Gutiérrez-Salguero, J., Rodríguez-Urrutia, E., & Flores-Tensos, J. (2022). Evaluación de diferentes densidades de siembra de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en estanques artesanales de agua dulce en San Luis Talpa, La Paz, El Salvador. Revista Agrociencia, 5 (21), 16–23. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10602311>
- FAO (2020) Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO “El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018”. Roma, Italia.
- Goh JX, Tan LT, Law JW, Ser HL, Khaw KY (2022) Harnessing the potentialities of probiotics, prebiotics, symbiotics, paraprobiotics, and postbiotics for shrimp farming. Reviews Aquaculture 14(3):1-80. doi:10.1111/raq.12659
- González Salas, R, Vidal del Río MM, Pimienta-Concepción I (2021) Uso intensivo de antibióticos profilácticos en la acuicultura: un problema creciente para la salud humana y animal. Universidad y Sociedad 13(S2): 204-210. Recuperado a partir de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2304>

González C, Mejía D, JB (2012) Manual de Procedimientos de Producción de Tilapia, Impresos Múltiples, Washington D.C., Estados Unidos.

González R, Romero O, Valdivié M (2010) Evaluación de la calidad del agua y su influencia en el cultivo de la tilapia. Recuperado de [http://www.panoramaacuicola.com/articulos\\_y\\_entrevistas/2009/03/20/evaluacion\\_de\\_la\\_calidad\\_del\\_agua\\_y\\_su\\_influencia\\_en\\_el\\_cultivo\\_de\\_la\\_tilapia](http://www.panoramaacuicola.com/articulos_y_entrevistas/2009/03/20/evaluacion_de_la_calidad_del_agua_y_su_influencia_en_el_cultivo_de_la_tilapia).

Gutiérrez-R LA, David RCA, Montoya COI, Betancur GE (2016) Efecto de la inclusión en la dieta de probióticos microencapsulados sobre algunos parámetros zootécnicos en alevinos de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). Revista de Salud Animal 38(2): 112-119. Recuperado en 03 de noviembre de 2023, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-570X2016000200007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2016000200007&lng=es&tlng=es)

Hassaan MS, Mahmoud SA, Jarmolowicz S, El-Haroun ER, Mohammady EY, Davies SJ. (2018) Effects of dietary baker's yeast extract on the growth, blood indices and histology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L) fingerlings. Aquaculture Nutrition 24: 1709-1717. doi: 10.1111/anu.12805

Javaheri S, Shore NS, Rose B, Kazemi H (1982) Compensatory hypoventilation in metabolic alkalosis. CHEST 81(3):296-301

Javahery S, Nekoubin H, Moradlu AH (2012) Effect of anaesthesia with clove oil in fish. Fish physiology and biochemistry, 38, 1545-1552.

Mantilla CHL, Vellojín FJ, García PD, Pertúz BV (2016) Desempeño del crecimiento y sobrevivencia de larvas de *Oreochromis sp.* utilizando un probiótico en el alimento. Revista Colombiana de Biotecnología XVIII (1):90-94.

Meyer D (2004) Introducción a la acuicultura. Honduras: Zamorano. 144 p.

Molina A (2019) Probióticos y su mecanismo de acción en alimentación animal. Agronomía mesoamericana: órgano divulgativo del PCCMCA, Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos y Animales, 601–611. <https://doi.org/10.15517/am.v30i2.34432>

Mugwanya M, Dawood MAO, Kimera F *et al.* (2022) Actualización del papel de los probióticos, prebióticos y simbióticos para la acuicultura de tilapia como candidatos principales para la sostenibilidad alimentaria: una revisión. Probióticos y Antimicrobianos. *Prot.*14:130-157. <https://doi.org/10.1007/s12602-021-09852-x>

Pandit NP, Nakamura M (2010) Effect of high temperature on survival, growth and feed conversion ratio of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Our Nature 8(1).

Parisse G (2018) El acuario tropical de agua dulce. Parkstone International.

Pineda S HR, Palacio MRA, Londoño FLF (2020) Efecto de *Saccharomyces cerevisiae* en la salud digestiva de la poslarva de tilapia roja *Oreochromis sp.* Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú, 31(2) e17935. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17935>

Rawling M.D., Merrifield D.L., Davies S.J. (2009). Preliminary assessment of dietary supplementation of Sangrovit® on red tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and health. Aquaculture, 294: 118–122

Ran C, Huang L, Liu Z, Xu L, Yang Y, Tacon P, et al. (2015) A Comparison of the Beneficial Effects of Live and Heat-Inactivated Baker's Yeast on Nile Tilapia: Suggestions on the Role and Function of

- the Secretary Metabolites Released from the Yeast. PLoS ONE 10(12): e0145448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145448>
- Reyes-Becerril M, Tovar-Ramírez D, Ascencio-Valle F, Civera-Cerecedo R, Gracia-López V, Barbosa-Solomieu V, et al. (2011) Effects of dietary supplementation with probiotic live yeast *Debaryomyces hansenii* on the immune and antioxidant systems of leopard grouper *Mycteroperca rosacea* infected with *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture Research 42:1676–1686.
- Ringo E, Olsen RE, Gifstad TØ, Dalmo RA, Amlund H, Hemre GI, Bakke AM (2010) Prebiotics in aquaculture: a review. Aquaculture Nutrition 16(2): 117- 136.
- Senok AC, Ismael AY, Botta GA (2005) Probióticos: hechos y mitos. Clinical Microbiology and Infection.
- Silva VV, Salomão RAS, Mareco EA, Dal Pai M, Santos VB (2021) El aditivo probiótico afecta el crecimiento muscular de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Investigación en acuicultura 52: 2061-2069. <https://doi.org/10.1111/are.15057>
- Torrecillas S, Montero D, Izquierdo M (2014) Improved health and growth of fish fed mannan oligosaccharides: potential mode of action. Fish Shellfish Immunology 36(2): 525-544.
- Umu ÖC, Rudi, Diep DB (2017) Modulación del microbiota intestinal por fibras prebióticas y bacteriocinas. Microbial Ecology Health and Disease 24p.
- Wetzel RG (2001) Limnology. Lake and River Ecosystems, Third Edition Academic Press, USA, 1006 p.
- Yu Y, Zhang Z., Zhao F., Liu H., Yu L, Zha J, Wang G. (2019) Probiotic potential of *Bacillus velezensis* JW: antimicrobial activity against fish pathogenic bacteria and immune enhancement effects on *Carassius auratus*. Fish Shellfish Immunology 78: 322-330. DOI:10.1016/j.fsi.2018.04.055.
- Zar J (2010) Biostatistical Analysis (5th ed. pp:994) Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.