

# Efecto de $\beta$ -glucanos 1,3/1,6 sobre la viabilidad de larvas de *Oreochromis sp.* durante la etapa de reversión sexual

Díaz, Juan Carlos<sup>1</sup>

Gallego-Alarcón,  
Fernando<sup>2</sup>

## Effect of $\beta$ -glucan 1,3/1,6 on the viability of *Oreochromis sp* larvae in sexual reversion period

Rev. Zool. 2016. 3(1):18-24

sexual no presentó ningún efecto sobre las variables evaluadas.

### Resumen

En Colombia la producción de tilapia (*Oreochromis sp.*) representa el 49% del total de la producción acuícola. Dentro de los sistemas productivos de esta actividad se encuentra la producción de alevinos, donde se presenta un problema de gran importancia para los productores que es la baja sobrevivencia en la etapa de reversión sexual ocasionada por múltiples factores entre ellos nutricionales y sanitarios. Por ello, el presente estudio evaluó el efecto de los  $\beta$ -glucanos 1,3/1,6 como prebiótico en alimentación de larvas de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en periodo de reversión sexual, sobre la sobrevivencia, talla y peso de la larva; El estudio analizó 2 tratamientos con 4 réplicas cada uno, para un total de 8 unidades experimentales con 1200 larvas cada una, con un peso inicial de  $0.014 \pm 0.0015$  gr y una talla de  $8.08 \pm 0.74$  por larva. Tratamiento 1: alimento de reversión sexual más el prebiótico al 1%, Tratamiento 2: alimento de reversión sexual sin prebiótico (control). La ración alimenticia fue ajustada semanalmente, al igual que los muestreos de los parámetros de calidad de agua. Los parámetros evaluados fueron peso inicial, peso final, talla inicial, talla final y sobrevivencia. Los resultados fueron analizados con el paquete estadístico SAS 9.1. Al finalizar el experimento se observó que no hubo diferencias significativas en peso, talla y sobrevivencia entre tratamientos, lo que indica que el  $\beta$ -glucano 1,3/1,6 adicionado al 1% en la alimentación de larvas de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) en periodo de reversión

**Palabras Claves:**  $\beta$ -glucano 1,3/1,6, larvas, prebiótico, reversión, tilapia roja..

### Abstract

In Colombia the production of tilapia (*Oreochromis sp.*) Represents 49% of total aquaculture production. Within the productive systems of this activity is the production of fingerlings, which presents a major problem for producers, the low survival in the stage of sex reversal caused by multiple factors including nutrition and health. That is why the present study sought to evaluate the effect of  $\beta$ -glucano 1, 3/1, 6 as prebiotic feeding larvae in red tilapia (*Oreochromis sp.*) On sex reversal period, on survival, height and weight the larva, the study analyzed two treatments with 4 replicates each, for a total of 8 experimental units with 1200 larvae each, with an initial weight of  $0.014 \pm 0.0015$  g and a size of  $8.08 \pm 0.74$  per larva. T1 sex reversal food plus 1% prebiotic, food T2 sex reversal without prebiotic (control). The diet was adjusted weekly, as the sampling of water quality parameters. The parameters evaluated were initial weight, final weight, initial size, final size and survival. The results were analyzed using the statistical package SAS 9.1. At the end of the experiment we observed no significant differences in weight, length and survival among treatments, indicating that the  $\beta$ -glucan 1, 3 / 1,6 added 1%

<sup>1</sup> Zootecnista. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Calle 222 N° 55-37 Bogotá D.C., Colombia. Correo electrónico: [juan.cdiaz@udca.edu.co](mailto:juan.cdiaz@udca.edu.co)

<sup>2</sup> Zootecnista. PhD., Profesor titular, Facultad de ciencias pecuarias, programa de Zootecnia. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia Correo electrónico: [fgallego@udca.edu.co](mailto:fgallego@udca.edu.co)

in the diet of red tilapia larvae (*Oreochromis sp.*) in period sexual reversion had no effect on the variables.

**Keywords:**  $\beta$ -glucan 1,3 / 1,6, larvae, prebiotic, reversed red tilapia.

## Introducción

La acuicultura es, en la actualidad, el sector de producción de alimentos que más rápidamente crece en el mundo, constituyendo aproximadamente el 50% de la producción acuática total (FAO, 2010). En Colombia el aporte de la acuicultura a la producción pesquera nacional supera el 27% de la producción total, siendo los productos de acuicultura más importantes en su orden: la Tilapia (*Oreochromis sp.*), las Cachamas (*Piaractus brachipomus* y *Colossoma macropomun*), los camarones de cultivo (*Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*) y la Trucha (*Oncorhynchus mykiss*). (Castillo, 2009).

Por otra parte, el rápido desarrollo de la acuicultura en los últimos años favoreció la aparición de enfermedades y problemas asociados al cultivo intensivo, que conlleven importantes pérdidas económicas y continúan siendo el principal problema para la expansión de la acuicultura (Verschuere et al., 2000; Subasinghe, 2005; Torrecillas et al., 2007). En el cultivo intensivo, los animales están sometidos a condiciones de estrés que debilitan su sistema inmunológico, aumentando la susceptibilidad a los patógenos y favoreciendo así la emergencia de enfermedades.

Frente a este problema, las estrategias de control y prevención de enfermedades en acuicultura, tradicionalmente, se han basado en los usos de vacunas, antibióticos y quimioterapéuticos. Sin embargo, esto también presenta dificultades como por ejemplo el desarrollo de cepas bacterianas resistentes a los antibióticos lo cual afecta negativamente el estado de salud de los peces, además de causar otros problemas como el deterioro del medio ambiente (Austin y Austin, 2007; Hernández, 2005). Además, en los últimos años existe una presión creciente para disminuir el empleo de agentes quimioterapéuticos (fundamentalmente antibióticos y promotores del crecimiento) en la producción animal, junto a una creciente demanda, por parte del consumidor, de productos cada vez más naturales y cuya obtención altere lo menos posible el medio ambiente.

En este contexto, el fortalecimiento de los mecanismos de defensa de los peces a través de la administración profiláctica de inmunoestimulantes, probióticos, prebióticos y otras sustancias naturales se ofrecen como opciones promisorias para mejorar la rentabilidad de la acuicultura (Nayak, 2010; Kiron, 2012; Oliva-Teles, 2012). Estos ingredientes, que pueden ser de origen muy diverso, aumentan la respuesta inmunitaria de los

peces, confieren protección frente a diferentes patógenos y minimizan el riesgo asociado con el uso de productos químicos (Magnadóttir, 2010). Asimismo pueden aumentar el crecimiento, favorecer la digestión y/o absorción de nutrientes o mejorar el equilibrio de la flora intestinal (Yin et al., 2009; Dimitroglou et al., 2011; Heidarieh et al., 2012).

Los prebióticos son carbohidratos no digeribles que estimulan el crecimiento y la actividad de los probióticos (Mahious, A.S, et al 2006). Un prebiótico es un ingrediente alimenticio no digerible que beneficiosamente afecta al huésped mediante la estimulación selectiva del crecimiento y la actividad de una o un número limitado de bacterias del tracto digestivo (Roberfroid 1993; Gibson & Roberfroid 1995). A pesar de los beneficios potenciales para la salud y el rendimiento en diversos animales terrestres, el uso de prebióticos en el cultivo de peces y mariscos es poco investigado.

Las larvas de los peces carecen de un sistema de defensa inmunológica específica (Esteban et al, 1994; Bricknell y Dalmo, 2005; Ellis, 2001), por ello en condiciones de cría de larvas se supone que los tratamientos preventivos (profilaxis) y la reducción de los problemas ambientales contribuyen a aumentar la supervivencia de las larvas y el fortalecimiento del sistema inmunológico inespecífico (Anderson, 1992; Raa, 2000).

En este orden de ideas los prebióticos como opción promisorias deben ser evaluados puesto que algunos estudios demuestran que tienen el potencial de incrementar el crecimiento y las tasas de supervivencia de peces (Li y Ill Gatlin, 2003). Dentro de los prebióticos más reconocidos se encuentran los  $\beta$ -glucanos, los cuales son polisacáridos presentes en la membrana celular de plantas, algas, bacterias, hongos y levaduras (Selvarajef et al., 2005; Dalmo y Bøggwald, 2008; Mantovani et al., 2008). Los  $\beta$ -glucanos se encuentra en granos, con mayores concentraciones en la avena y la cebada, con valores entre 2,0 a 6,0% (GENC et al. 2001). En levaduras, como el *Sacharomyces cereviciae*, la pared celular se compone de aproximadamente 40%  $\beta$ -glucano, 40%  $\alpha$ -manano, 8,0% de proteína, 7,0% de grasa, 3,0% de sustancias inorgánicas, 2,0% quitina y hexosaminas (Hough, 1990).

Las bondades descritas anteriormente y el problema actual de la baja supervivencia de larvas, condujo esta investigación a tener como objetivo general evaluar el efecto de un prebiótico comercial que tiene como principio activo beta glucanos 1,3/1,6, sobre la sobrevivencia, peso y talla de larvas de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), durante el periodo de reversión sexual (28 días).

## Materiales y Métodos

### Localización del estudio

La fase experimental de la investigación se llevó a cabo en la estación piscícola. GENIPEZ ubicada en el municipio de Viterbo departamento de Caldas, en la vereda La Merced, finca San Mateo, coordenadas geográficas 5°, 4' Latitud Norte y 75°, 53' Longitud Oeste. Con una temperatura media: 26° C, altura 900 msnm.

#### Materiales e Infraestructura.

El experimento fue llevado a cabo en 8 hapas con un área de 1.7 mt<sup>2</sup> cada una y un volumen de 0.85 mt<sup>3</sup> estas hapas se distribuyeron de manera aleatoria y completamente al azar en 3 estanques en concreto con un área de 14mt<sup>2</sup> y un volumen de 9.8 mt<sup>3</sup>. Seis días antes de iniciar el experimento se realizó una previa fertilización con DAP (Fosfato Diamónico) 10 gr/mt<sup>2</sup>, y una desinfección con peróxido de hidrogeno 3.5 ml/mt<sup>2</sup> y carbonato de calcio 20 gr/mt<sup>2</sup>. Cada estanque fue enmallado para evitar pérdidas por predadores.

#### Población y Muestra

Las larvas de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) utilizadas, fueron tomada del laboratorio de incubación de manera aleatoria las cuales cumplían con las condiciones fisiológicas para su siembra; fueron recolectadas de varios desoves de diferentes grupos de reproductores existentes en la piscícola.

En cada unidad experimental (hapa) se sembraron 1200 larvas de tilapia roja (*Oreochromis sp.*) de tres días de nacidas, para un total de 9600 para los 3 estanques. El criterio para la selección de larvas en el laboratorio de incubación fue por medio del porcentaje estimado de la absorción de saco vitelino, características de movilidad y nado, determinadas por medio de observación directa en estereoscopio.

La distribución de las unidades experimentales se realizó completamente al azar, de igual manera la siembra de las larvas.

#### Alimentación

Las larvas fueron alimentadas cada dos horas empezando desde las 8 am hasta las 4 pm, se realizo mediante un colador de mano, y las raciones alimenticias se ajustaban cada semana de acuerdo a la biomasa de la unidad experimental (Tabla 1). El contenido de proteína ofrecido en ambos tratamientos fue del 40 % de proteína bruta y la concentración del prebiótico del 1%. El porcentaje del prebiótico correspondió al establecido por el proveedor del producto MacroGard® (Biorigin). La presentación del alimento fue pulverizado para ambos tratamientos.

El experimento constó de dos tratamientos el primer tratamiento 1 (T1): alimento reversión sexual, inclusión del

prebiótico al 1% y Tratamiento 2 (T2) (Control): alimento de reversión sexual, sin prebiótico, cada uno de los tratamientos con 3 repeticiones.

*Tabla 1. Alimentación ajustada sobre la biomasa para T1 y T2 durante el experimento.*

Peso promedio (g) pez	Semana	Biomasa %	Consumo (g) t1	Consumo (g) t2
0.014	1	11	51,7	38,81
0.09	2	11	332,6	38,81
0.2	3	10	336	252
0.4	4	8	537,6	403,2

#### Calidad De Agua

Se registraron semanalmente los parámetros de calidad de agua, oxígeno disuelto, pH, amonio, alcalinidad, temperatura y visibilidad, esta medición se realizó utilizando Kit comercial (Kit Hach FF1-A® - Hach Company).

#### Colecta de datos

Al iniciar el experimento (día 1) se tomó una muestra del 10 % de cada unidad experimental para medición de talla utilizando ictiometro y estableciendo en balanza analítica el peso inicial. Al finalizar el experimento (día 28) se realizó el mismo procedimiento para establecer talla y peso final.

Para calcular la sobrevivencia al inicio y al final del ensayo se contaron las larvas para estimar la sobrevivencia.

#### Análisis Estadístico

Los registros colectados se analizaron por el paquete estadístico SAS bajo los procedimientos GLM para un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos y cuatro repeticiones, las diferencias entre tratamientos fueron docimadas con la prueba de Tukey. Las variables mortalidad, talla, y peso fueron analizadas de acuerdo al siguiente modelo.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde Y parámetro bajo observación  
 $\mu$  media del parámetro

$\alpha_i$  efecto del i-esimo nivel de inclusión

$\epsilon_{ij}$  variación atribuida a los individuos dentro del tratamiento, o error experimental

## Resultados y Discusión

### Peso y Talla

Los parámetros indicados en la tabla 2 representan valores medios más desviación estándar de peso y talla inicial en la cual no se detectó diferencias significativas entre tratamientos, asimismo el coeficiente de variación indico poca variación en el peso y talla entre tratamientos. Lo que indica que no hubo efecto de  $\beta$ -glucanos 1,3/1,6 sobre la talla y peso final de las larvas de tilapia roja (*Oreochromis sp*) a los 30 días de edad.

Los valores obtenidos para los dos tratamientos se ajustan a reportados por Hurtado N. (2005) el cual afirma que un alevino de Tilapia *Oreochromis sp.* de 30 días de edad producido en un sistema de incubación artificial, presenta los siguientes parámetros longitud total: 3-5 cm, peso 0,3- 0,7 gr. De igual manera Jiménez M. & Arredondo J. (2000.) en *Oreochromis niloticus* con 30 días edad, reportan longitud total 3,0 cm, peso final 0,70 gr. Igualmente durante la evaluación del desempeño de hembras f1 en retrocruces entre líneas de tilapia roja, para establecer efectos maternos y paternos con machos de líneas puras y su potencialidad como parentales de peces comerciales se obtuvo para línea paterna de Tilapia Nilotica un peso final a los 30 días de edad de 0.79 gr. y una talla final 2.75 cm. Torres H; Márquez R. (2006), observaron organismos de 0,47 a 0,60 g de peso en el cultivo de *O. niloticus* a 34°C, con tasas de crecimiento muy similares a las obtenidas en el presente estudio.

Estos datos permiten apreciar que el crecimiento de las larvas se encuentra muy relacionado con factores ambientales como la temperatura del agua y menos relacionado con el uso del prebiótico al nivel de inclusión del estudio. Baras et al. (2001), encontraron una temperatura óptima de crecimiento a 30° C para organismos con 28 días posteriores al inicio de la alimentación y en juveniles entre 27 y 28° C. Lo anterior coincide, con McConnell (1982) que indica que la temperatura óptima de crecimiento es menor a medida que incrementa la edad y se reduce la tasa metabólica. En cuanto al uso del prebiótico, un estudio realizado por Li y Gaitlin III (2004) evaluando prebiótico AE Grobiotic™ y la levadura parcialmente autolizada en las dietas del híbrido de lubina rayada (*Morone chrysops x M. saxatilis*), encontraron que el aumento de peso y la supervivencia no presentaba diferencias significativas entre los tratamientos después de siete semanas del experimento.

Sin embargo, en el experimento se encuentra una mejor conversión alimenticia para las dietas que contienen prebiótico en relación a la dieta control (Tabla 1), resultado similar al obtenido por Li y Gaitlin III (2004).

Tabla 2. Peso y talla inicial y final (media  $\pm$  desviación estándar) de larvas de tilapia roja (*Oreochromis sp*)

Tx	Peso (Gm)		Talla (Mm)	
	$\mu$	Cv	$\mu$	Cv
Control (Dia 1)	0.013a $\pm$ 0.001 4	10.91	8.08 A $\pm$ 0.74	9.23
Prebiótico (Dia 28)	0.013a $\pm$ 0.001 5	11.20	8.00 A $\pm$ 0.77	9.74
Control (Dia 1)	0.66a $\pm$ 0.43	65.67	3.22a $\pm$ 0.65	20.30
Prebiótico (Dia 28)	0.61a $\pm$ 0.30	48.84	3.25a $\pm$ 0.55	16.90

### Sobrevivencia

No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de sobrevivencia entre tratamientos. Se obtuvo una sobrevivencia del 27.23% para el tratamiento prebiótico y un 25.77% para el tratamiento control (Tabla 3). Estos resultados se ajustan al promedio establecido en la granja piscícola Genipez San Mateo, en donde registra un promedio de sobrevivencia entre 25 al 30%. Lo que significa que al final del experimento no proporcionó ningún efecto sobre los animales que fueron alimentados con el prebiótico cuyo principio activo son  $\beta$ -glucanos 1,3/1,6.

Tabla 3. %Sobrevivencia (media  $\pm$  desviación estándar) de larvas de tilapia roja (*Oreochromis sp*)

Tratamiento	$\mu$	CV
<b>Control</b>	25.77 <sup>a</sup> $\pm$ 16.76	65.06
<b>Prebiótico</b>	27.23 <sup>a</sup> $\pm$ 14.63	53.73

Posiblemente el tiempo de suministro del prebiótico a las larvas, fue muy corto (28 días) y no hubo asimilación del producto por parte de las larvas, resultados similares hallados en el estudio llevado a cabo por Gatlin III y Li (2004), en donde el uso de prebióticos Grobiotic durante siete semanas no afectó la sobrevivencia de los juveniles de lobina rayada híbrida (*Morone chrysops x M. saxatilis*). Culjak et al. (2004) realizo un estudios con *Cyprinus carpio*, informaron que la adición de 0,6% de  $\beta$ -glucanos en la dieta durante 46 días dio lugar a un aumento del crecimiento, una mayor absorción de las proteínas y el aumento de la tasa de supervivencia en comparación con el grupo de control. Liranço A (2010) Realizo un estudio en juveniles de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) alimentados con  $\beta$ -glucano utili-

zados en una proporción de 0,03% por tonelada de alimento en un período de 90 días, mostró eficiencia de los juveniles alimentados con  $\beta$ -glucanos frente al control, en cuanto a parámetros productivos como sobrevivencia, ganancias de peso, talla, conversión alimenticia entre otros. Por el contrario Pérez (2006) evaluó la eficacia de la utilización de un compuesto prebiótico Flavofeed® sobre el rendimiento, la composición corporal, la hematología y la morfología de duodeno de Juveniles de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en relación con una dieta sin prebióticos durante 84 días. Los pesos medios y la sobrevivencia fueron similares entre los dos tratamientos al final del experimento, sin efecto por el uso de prebióticos. Además, en otro estudio llevado a cabo por Gatlin III y Li (2004), el uso de prebióticos Grobiotic™ AE durante siete semanas no afectó la ganancia de peso y supervivencia de juveniles de lubina (*Dicentrarchus labrax*), pero mejoró significativamente la conversión alimenticia de la dieta basal, pero debe tenerse en cuenta que paralelamente a la prueba de rendimiento se llevó a cabo un desafío bacteriano y los peces alimentados con dietas que contienen prebiótico y la levadura mostraron la supervivencia significativamente mayor en comparación con la dieta control. Jaramillo y Gaitlin III (2004) encontraron que la adición de  $\beta$ -glucano en las dietas para "bajo rayado" causó un ligero pero significativo deterioro en el rendimiento y la conversión de alimento de la dieta experimental.

De acuerdo con Silva y Nornberg (2003) La ausencia de efectos de los prebióticos en las dietas de animales no rumiantes puede estar relacionado con el tipo de ingredientes que componen la dieta, con la adaptación de los microorganismos al compuesto y el estrés del animal. En corvina amarilla (*Cynoscion stolzmanni*) se ha demostrado un aumento de la actividad lisozima, la fagocitosis y la explosión respiratoria tras la administración en dieta de  $\beta$ -glucanos procedentes de la pared de *Saccharomyces cerevisiae*, lo que confirió además una protección adicional frente a la infección con *Vibrio harveyi* (Ai y col., 2007). En tilapia se ha observado que los  $\beta$ -glucanos pueden emplearse como inmunoestimulantes en condiciones de estrés inmunosupresor, aumentando la resistencia de los animales a la infección con *Aeromonas hydrophila* (El-Boshy y col., 2010).

Conjuntamente Lirango A (2010) mostró condición favorable del sistema inmunológico, aumento la absorción de la superficie de la parte anterior intestinal y en consecuencia un aumento en la actividad de las enzimas digestivas que indican un uso más eficiente de los nutrientes y por ende aumento de parámetros productivos, lo que posiblemente indica que los  $\beta$ -glucanos tiene un mayor efecto sobre el sistema inmunológico de los peces mejorando su respuesta a condiciones desfavorables sea de tipo sanitario, alimenticio, administrativo, entre otros y de esta manera por segunda intención o consecuencia mejora los parámetros productivos.

## Conclusiones

No se encontro efecto sobre los parámetros productivos peso, talla y sobrevivencia en la inclusión de  $\beta$ -glucanos 1,3/1,6 en la alimentación de larvas de tilapia roja (*Oreochromis sp*) durante la etapa de reversión sexual, en condiciones óptimas de cultivo y sin reto inmunológico.

## Referencias bibliográficas

AGUILAR, F; AFANADOR T; MUÑOZ R. 2010. Efecto del procesamiento de la dieta sobre el desempeño productivo de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* var. chitralada) en un ciclo comercial de producción. rev.med. vet. zoot. 2010, vol.57, numero 2.

APÚN-MOLINA, P. 2007. Tesis de maestría. CIIDIR-IPN, Unidad Sinaloa. 60 pp.

BOYD, C. 1996. Manejo de suelo y de la calidad de agua en la acuicultura de piscinas. Asociación Americana de Soya (ASA). Caracas, Venezuela. 62 p.

CARVALHO, M. 2002. Utilização de levedura íntegra (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus derivados em dietas para juvenis de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). 70 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

CASTILLO, F. 2009. La importancia de la tilapia roja en el desarrollo de la piscicultura en Colombia. Asociación Red Cauca, Alevinos del Valle. Boletín informativo.

CASTRO B., et al. 2011. Efecto de cuatro probiótico en el crecimiento y la sobrevivencia de *Carassius auratus*. Ciencia pesquera Vol. 19, número.

CASTRO, R., et al. 2004. Evaluación del crecimiento de alevinos de tres especies de Tilapia (*Oreochromis sp.*) en aguas duras, en la región de la Cañada, Oaxaca, México. Revista AquaTIC, nº 20, pp. 38-43.

CEREZUELA, R. 2012. Nuevos probióticos y prebióticos para Dorada (*Sparus aurata l.*) España.

DALMO, R; BØGWALD, J. 2008.  $\beta$ -glucans as conductors of immune symphonies. Review. *FishShellfish Immunol.* 25:384-396.

DE VERSE, M; SCHREZENMEIR, J. 2008. Probiotics, prebiotics, and synbiotics. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology* 111, 1–66.

DIMITROGLOU, A., et al. 2011. Microbial manipulations to improve fish health and production – a Mediterranean

- perspective. *Fish and Shellfish Immunology* 30, 1–16.
- DIONIZIO, M., et al. 2002 Probióticos como promotores de crescimento para frangos de corte, desempenho e rendimento de carcaça. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, Edição Especial, p. 1580-1587.
- ESPEJO C. 2004 Manejo de la calidad del suelo y de las aguas en la industria acuícola, Colombia. Artículo de divulgación.
- FAIRCHILD, A., et al. 2001 Effects of hen age, biosmos® and Flavomycin® on poult susceptibility to oral *Escherichia coli* challenge. *Poultry Science*, Champaign, v. 80, p. 562-571.
- FAO, 2010. The state of world fisheries and aquaculture. FAO fisheries and aquaculture department food and agriculture organization of the united nations. Roma. Book. 197 p.
- FULLER, R. 1992. Probiotics: the Scientific Basis. Chapman & Hall, U.K. pp. 1-18.
- GAGGIÀ, F; MATTARELLI, P; BIAVATI, B. 2010. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International Journal of Food Microbiology* 141S, 15–28.
- GALLEGO, F. 2006. Efecto del cruzamiento entre dos líneas de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) sobre la mortalidad y la producción de larvas a los 30 días de edad. *Revista UDCA. Actualidad y Divulgación Científica*. 9 (2):89-97.
- GALLEGO, F. 2011. Efectos del Retrocruzamiento entre líneas de Tilapia Roja (*Oreochromis spp*) sobre algunos caracteres productivos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. ENICIP. Memorias
- GARCÍA, A.; CALVARIO. 2008. Manual de buenas prácticas de producción acuícola de tilapia para la inocuidad alimentaria. Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo (CIAD). Mazatlán, Sinaloa, México. 104. p.
- GATLIN III; LI, P. 2004. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic™ AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 231, p. 445-456.
- GAIOTTO, J. 2005 Utilização de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.
- GIBSON, G; ROBERFROID, M. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition* 125, 1401–1412.
- GONZÁLEZ, R; ROMERO, O; VALDIVIÉ, M. 2010. Evaluación de la calidad del agua y su influencia en el cultivo de la tilapia. Artículo de revision. 10 p.
- HEIDARIEH, M., et al. 2012. Effect of dietary Ergosan on growth performance, digestive enzymes, intestinal histology, hematological parameters and body composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Fish Physiology and Biochemistry* In press.
- HERNÁNDEZ, P. 2005. Responsible Use of Antibiotics in Aquaculture, in: FAO (Ed.), FAO Fisheries Technical Paper No 469. Rome, pp. 1–97.
- HURTADO N. 2005. Inversión sexual en tilapias, Lima – Perú.
- ICC. Indústria de Comercio e Exportação e Importação LTDA (S.I.; Sn), 2002, Folhetos promocionais.
- JARAMILLO, F; GAITLIN III. 2004 Comparison of purified and practical diets supplemented with or without  $\beta$ -glucanase and selenium on resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, v. 35, p. 245-252.
- JIMENEZ M; ARREDONDO J. 2000. Manual técnico para la reversión sexual.
- KIRON, V. 2012. Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. *Animal Feed Science and Technology* 173, 111–133.
- KUBTIZA, F. 2000. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí: 289 p.
- KUBITZA, F; KUBITZA L. 2000. Tilápias: qualidade de água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade. Parte I. Panorama da Aquicultura, 59: 44-53.
- LARA, M; BRIONES, L; OLVERA M. 2002. Avances en la utilización de prebióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Cancún, Quintana Roo, México.
- LARA, M; BRIONES, L; OLVERA, M. 2002. Nivel óptimo de inclusión de una levedura prebiótica (*Saccharomyces cerevisiae*, sc 47) como promotor de crecimiento para tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposio Internacional de Nutrición Acuícola. Cancún, Quintana Roo,

México.

LI, P; GATLIN III. 2005 Evaluation of the prebiotic Gro-biotic®-A and brewers yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 248, p. 197-205.

LIRANÇO A. 2010. Mananoligossacarídeo e  $\beta$ -glucano nasuplementaçãodietária para juvenis de tilápia-do-nilomantidosem tanques-rede. Tese apresentadaao Programa de Pós-GraduaçãomAquicultura da UNESP, JABOTICABAL Estado de São Paulo.

MEURER, F; HAYASHI, C; MATIUZZI DA COSTA M. 2006.Utilização de *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual submetidas a um desafiosanitário, *Revista Brasileira de Zootecnia* ., v.35, n.5, p.1881-1886

MEURER, F., et al. 2007. *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para alevinos de tilápia-do-nilo submetidos a desafiosanitário. *R. Bras. Zootec.* vol.36, n.5, pp. 1219-1224.

OLIVA-TELES. 2012. Nutrition and health of aquaculture fish. *Journal of Fish Diseases* 35, 83-108.

OTERO, V. 2001. Evaluación de los B glucanos como Inmunoestimulantes dela sistema de defensa del camaron blanco *Penaeus vannamei*. Tesis de grado, Universidad Laica, Manta Ecuador.

PERDOMO, D; CORREDOR, Z; RAMÍREZ L. 2012. Características físico-químicas y morfométricas en la crianza por fases de la tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en una zona cálida tropical. *Zootecnia Trop.*, 30(1): 99-108. 2012

PEREZ, T. 2006. Utilização do prebiótico Flavofeed®

como suplemento dietário para juvenis de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus*. JABOTICABAL Estado de São Paulo – Brasil 2006.

PRIETO C; OLIVERA M. 2002. Incubación artificial de huevos embrionados de Tilapia Roja *Oreochromis sp.* RINGØ, E., et al, 2010. Prebiotics in aquaculture: a review. *Aquaculture Nutrition* 16, 117–136

S.A.S institute 2008, Statistical Analysis System user's manual guide. Los Angeles.

SEPÚLVEDA S. 2000 El siglo XXI. Colombia: ¿potencia en acuicultura? *Panorama Acuicola*; 5:20-30.

TORRES P., et al. 2010 Masculinización de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* (Actinopterygii: Cichlidae) por inmersión en Fluoximesterona y Testostesterona enantato. *Mexico. Revista Zootecnia Trop.*, 28(3): 341-351.

TORRES H; MÁRQUEZ R. 2006. Efecto de la temperatura y del suministro oral de Fluoximesterona en la proporción sexual y crecimiento en *Oreochromis niloticus* (Actinopterygii: Cichlidae). *Revista Ciencia y Mar.* 10 (30): 3-10.

TOVAR D; REYES M. 2008. Prebióticos en Acuicultura: Avances recientes del uso de levaduras en peces marinos, memorias *Avances en Nutrición Acuicola IX, IX simposio internacional de Nutrición acuicola, Monterrey México.*

VALBUENA, D; CRUZ, E. 2006. Efecto del peso corporal y temperatura del agua sobre el consumo de oxígeno de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Orinoquía* 10(1): 57 - 63.

VÁSQUEZ, M; RONDÓN, L; ESLAVA, P. 2011. Inmunoestimulantes en teleósteos: Probióticos, b-glucanos y LPS..

Artículo Recibido: Diciembre 15 de 2015

Artículo Aceptado: Mayo 30 de 2016