

**Uso de una fuente comercial de nucleótidos
derivada de levadura (*Saccharomyces
cerevisiae*) para el pre-engorde de tilapia del
Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

Lilia Maria Paz Corrales

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Uso de una fuente comercial de nucleótidos
derivada de levadura (*Saccharomyces
cerevisiae*) para el pre-engorde de tilapia del
Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera Agrónoma en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Lilia Maria Paz Corrales

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2019

Uso de una fuente comercial de nucleótidos derivada de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) para el pre-engorde de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Lilia Maria Paz Corrales

Resumen La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es utilizada en la producción de acuicultura por su fácil manejo y su resistencia a los cambios de temperatura. El objetivo de este estudio es evaluar el producto NuPro[®] y comparar estas dietas especializadas con el concentrado convencional y observar el crecimiento y aumento de peso de los alevines. El estudio se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Las dosis de NuPro[®] fueron 0, 1.5 y 2%. Se usó una densidad de 1,000 alevines al momento de siembra y se ajustó la cantidad de alimento con las muertes observadas después de cada muestreo. Las variables medidas fueron: ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento, biomasa e índice de conversión alimenticia (ICA). La estrategia de alimentación utilizando NuPro[®] de 1.5 y 2% no presentaron diferencias en ICA, 0.53 y 0.61 respectivamente comparado al control de 0.5, tampoco se presentó diferencia en GDP con 0.36 g/día en 1.5%, 0.36 en 2% y 0.29 en control, biomasa (42.14, 40.79 y 54.02 en 1.5, 2% y control, respectivamente) y en consumo (1228.3, 1365.5 y 1273.7 en 1.5, 2% y control, respectivamente.)

Palabras claves: Crecimiento, dietas especializadas, NuPro[®], peces.

Abstract Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is used in aquaculture production for its easy handling and its resistance to temperature changes. The objective of this study is to evaluate the NuPro[®] product and compare these specialized diets with the conventional concentrate and observe the growth and weight gain of the fry. The study was conducted at the Pan-American Agricultural School, Zamorano. The doses of NuPro[®] were 0, 1.5 and 2%. A density of 1,000 fingerlings was used at the time of stocking and the amount of food was adjusted with observed mortality after each sampling. The variables measured were daily weight gain (DWG), food consumption, biomass and food conversion ratio (FCR). The feeding strategy using NuPro[®] of 1.5 and 2% did not show differences in FCR, with 0.53 and 0.61 respectively compared to the control of 0.5, there was no difference in DWG with 0.36 g/day in 1.5%, 0.36 in 2% and 0.29 in control; biomass (42.14, 40.79 and 54.02 in 1.5, 2% and control, respectively), and in consumption (1228.3, 1365.5 and 1273.7 in 1.5, 2% and control, respectively.)

Key words: Fish, growth, NuPro[®], specialized diets.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
4. CONCLUSIÓN.....	7
5. RECOMENDACIONES	8
6. LITERATURA CITADA.....	9

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Calidad de agua en los tanques utilizados en la evaluación de una fuente comercial de nucleótidos en peces de pre-engorde	4
2. Índice de Conversión Alimenticia en tilapia gris (<i>O. niloticus</i>) alimentados con una fuente de nucleótidos	5
3. Ganancia de peso en tilapia gris (<i>O. niloticus</i>).....	5
4. Ganancia de biomasa en tilapia gris (<i>O. niloticus</i>).....	6
5. Consumo de alimento en tilapia gris (<i>O. niloticus</i>).....	6

1. INTRODUCCIÓN

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es originaria de África oriental y del Medio Oriente y pertenece a la familia Cichlidae (Trevawas 1983). Su nombre común, “tilapia” significa pez en el idioma Swahili y es una especie muy utilizada en el área de acuicultura por su crecimiento rápido, adaptación a cambios en temperatura, diversos ambientes y por la facilidad en su reproducción (Murgas 2008). Esta especie en su mayor parte se encuentra en zonas tropicales o sub-tropicales, es un pez herbívoro, con una alimentación predominantemente basada en algas, plancton y materia en descomposición (Wicki y Gromenida 1997). Las especies del género *Oreochromis* son las más utilizadas en la industria acuícola y entre ellas encontramos *O. niloticus*, *O. aureus* (tilapia azul) y *Oreochromis* spp. (tilapia roja) (Wicki y Gromenida 1997). Una de las razones por la cual la tilapia se ha convertido en una especie tan popular es porque se adapta fácilmente a la alimentación con dietas peletizadas.

En Honduras, como en el resto de los países latinoamericanos, su introducción se hizo en las décadas de 1920 y 1930. Específicamente en Honduras, la acuicultura de agua dulce comenzó en 1936 de forma informal y fue hasta el año 1954 que la acuicultura se formalizó con la FAO introduciendo un proyecto para mejorar el nivel nutricional de las áreas rurales (FAO 2005). Con este proyecto se introdujo la tilapia de Java (*Oreochromis mossambicus*) y la carpa común (*Cyprinus carpio*). La tilapia del Nilo fue introducida al país en 1977 por otro proyecto llamado “Fomento de la acuicultura en Honduras” (FAO 2005). Uno de los principales resultados de este proyecto fue la introducción de acuicultura como planes de estudios en centros de educación como la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA) y la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Con los años se fueron introduciendo otros animales y cultivos, en los años setenta surgió la producción de camarón en el país (FAO 2005). En la última década la producción global de tilapia se ha triplicado, alcanzando un millón de toneladas con un valor cercano a mil millones de dólares (Bhujel 2002).

Las tilapias que no tienen acceso a un alimento vivo pueden presentar problemas de digestión y crecimiento. La falta de este tipo de alimentos puede ocasionar a largo plazo, una deficiencia en la asimilación y absorción de nutrientes esenciales. El fitoplancton, el cual es el principal alimento vivo que estas consumen, es fundamental en la dieta de los alevines para que así, al ir creciendo, logren un buen desarrollo de su sistema digestivo. Algunos piscicultores producen zooplancton como *Daphnia* y *Moina* y los utilizan como alimento suplementario para aumentar la producción de cría y alevines (FAO 2018). Mantener un bienestar para los peces es muy importante, porque si no se le da buenas condiciones a ésta, no podrán resistir los cambios y puede haber una mortalidad alta, donde

el productor termina perdiendo. Dietas comerciales han logrado mejorar la producción de tilapia, pero la nutrición siempre ha sido un punto de mejora en acuicultura en general.

La alimentación artificial es utilizada para incrementar los niveles de producción en los cultivos de muchos tipos de peces y camarones. Son llamados alimentos “artificiales” porque son ofrecidos a los animales en forma “artificial” (Meyer 1986). Las dietas que pueden ser utilizadas en la producción pueden ser completas o suplemento a lo que es la alimentación principal. Las dietas completas contienen todos los nutrientes e ingredientes que necesitan los peces satisfaciendo sus requerimientos nutritivos a un largo plazo. Estos ingredientes de los concentrados o alimentos artificiales contienen lo que necesita el pez para su crecimiento, desarrollo reproducción y actividad diaria.

El contenido total de la proteína es uno de los factores más importantes en formular una dieta para peces o camarones (Meyer 1986). Los productores de peces quieren que los peces utilicen la proteína para el crecimiento, ya que esto equivale a mejor producción. Por eso normalmente los alimentos artificiales o dietas son de altos porcentajes de proteína, entre 25 a 50%. Como las tilapias son peces herbívoros, se tiene una ventaja sobre los peces carnívoros u omnívoros. Estos peces aprovechan la producción de algas que ocurre naturalmente y aprovechan mejor las fuentes vegetales de proteína que tienden a ser más baratas que las fuentes animales.

Los consumidores ahora escogen un alimento que sea nutritivo y libre de cualquier químico, antibiótico o metales pesados. Esto ha hecho que los productores busquen alternativas como los aditivos naturales para evitar el rechazo de sus productos. Se han desarrollado varias alternativas como los probióticos, enzimas y extractos de hierbas. Unas de estas alternativas, que ha mostrado bastantes resultados positivos son los nucleótidos. Son alternativas naturales y se consideran que contienen nutrientes importantes. Están involucrados en varios procesos bioquímicos que son necesarios para el funcionamiento del cuerpo (Ringø et al. 2012). Crea efectos positivos en los animales como aumento en crecimiento, morfología intestinal y respuestas inmune (Barros et al. 2013). Los nucleótidos aportan en la dieta lo necesario al momento de estar enfermo el individuo ya que portan las bases necesarias para la recuperación rápida (Junior 2015). Aunque los estudios para las dietas conteniendo nucleótidos comenzaron a los principios de los años setenta, la mayoría de los experimentos estaban enfocados en su efecto quimio-atractivo potencial (Behrooz et al. 2011). Se reconoce la función esencial de los nucleótidos en procesos bioquímicos y fisiológicos, un rol como mensajeros celulares, pero aún existe un poco de controversia con respecto a fuentes exógenas de nucleótidos (Ringø et al. 2012).

Este estudio se realizó para evaluar el efecto de una fuente de nucleótidos proveniente de *Saccharomyces cerevisiae* sobre los parámetros productivos de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) en la fase de pre-engorde

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación.

El estudio se realizó en la Unidad de Acuacultura “Daniel E. Meyer” de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada a 30 km al este de Tegucigalpa en el valle de Río de Yegüare, ubicado en San Antonio de Oriente, Honduras. El Zamorano se encuentra a una altura de 800 msnm y cuenta con una temperatura promedio anual de 26 °C y una precipitación promedio anual de 1100 mm, distribuidos mayormente entre los meses de mayo a octubre.

Unidades de Producción.

Se utilizaron nueve tanques de concreto con una capacidad de 7.5 m³ (2.5 × 3.0 × 1 m) cada uno. Los tanques fueron llenados con agua potable tres días antes de la siembra para poder eliminar cualquier residuo de cloro. Agua para recambios de agua provino del reservorio de la unidad. Los parámetros de calidad de agua medidos cada 15 días fueron el oxígeno disuelto y temperatura.

Peces. Los alevines usados en este estudio fueron producidos en la Unidad de Acuacultura “Daniel E. Meyer” y se usaron 500 alevines de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) por tanque.

Alimentación. Se utilizaron tres dietas producidas en la planta de concentrados de Zamorano, una dieta control con 35% de proteína cruda, una dieta con la adición de 1.5% de NuPro[®] y una dieta con la adición de 2% NuPro[®]. Las tres dietas son isoproteicas e isocalóricas. NuPro[®] es un producto derivado de *Saccharomyces cerevisiae* que sirve como fuente de nucleótidos, inositol y ácido glutámico y es rico en aminoácidos y péptidos.

Muestreo. Se realizaron muestreos cada 15 días después de siembra utilizando el 25% de los animales por tanque. Estos peces fueron seleccionados al azar y pesados con una balanza Mettler Toledo BPA224. Las variables analizadas fueron crecimiento diario (g/día), calidad de agua, consumo, biomasa e índice de conversión alimenticia (ICA).

Diseño Experimental.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo y se usaron tres tratamientos con tres réplicas. El análisis de los datos se hizo con un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias DUNCAN, usando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS[®] 9.4 2013), con una probabilidad exigida de $P \leq 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad de agua.

Se tomaron datos de calidad del agua cada 15 días por la mañana, desde el 7 de mayo hasta el 22 de junio en los nueve tanques donde se realizó el experimento. De los parámetros de agua se tomaron dos, los cuales fueron el oxígeno disuelto y la temperatura, reportando la media para cada parámetro.

Cuadro 1. Calidad de agua en las pilas utilizadas en la evaluación de una fuente comercial de nucleótidos en peces de pre-engorde.

Tanque	Oxígeno Disuelto (ppm)	Temperatura (°C)
13	4.80	23.7
14	4.20	23.8
15	4.37	23.6
16	3.50	23.6
17	4.19	23.7
19	4.25	23.2
20	4.15	22.7
21	4.42	23.2
22	5.10	23.1

Índice de conversión alimenticia (ICA).

La alimentación con los tratamientos de inclusión de nucleótidos, NuPro[®] al 1.5% y Nupro[®] al 2% no presentaron diferencia $P > 0.05$ con respecto al control (Cuadro 2).

Estos resultados concuerdan con da Silva Berto et al. (2015), quienes no encontraron una mejora en el ICA al aumentar la cantidad de inclusión de la fuente de nucleótidos. De acuerdo a Barros et al. (2013), las suplementaciones de nucleótidos en la alimentación podrían tener efectos positivos en el rendimiento de crecimiento de los peces. Suplementación de mezcla conteniendo nucleótidos no afectaron la conversión alimenticia.

Según He et al. (2009), el uso de DVAQUA[®], un producto que contiene *Saccharomyces cerevisiae* fermentado, no presentó efecto en la conversión alimenticia en la tilapia híbrida que estuvo utilizando en su experimento.

Cuadro 2. Índice de Conversión Alimenticia en tilapia gris (*O. niloticus*) alimentados con una fuente de nucleótidos.

Tratamiento	Índice de Conversión Alimenticia ^{n.d.}
Control	0.51 ±0.17
NuPro 1.5%	0.53 ±0.07
NuPro 2%	0.61 ±0.09

^{n.d.} No se encontraron diferencia significativas (P = 0.56)

Ganancia diaria de peso (GDP).

La ganancia diaria de peso de este ensayo no presentó diferencia (P > 0.05) comparando los tratamientos de NuPro[®] al 1.5 y 2% contra el control (Cuadro 3). Panagiotidou et al. (2009) encontraron una tendencia similar al usar NuPro[®] al 2% en comparación con una dieta control. En otras especies monogástricas, Garcia-Castillo et al. (2014), evaluaron el efecto de NuPro[®] en cerdos post destete, obteniendo resultados similares de ganancia diaria de peso entre una dieta control y una dieta con NuPro[®]. Ramadan y Atef (1991) encontraron una mejora en ganancia diaria de peso en un período de 16 semanas usando tilapia híbrida con un nivel de inclusión de 2 y 5% de nucleótidos. Barbu et al. (2008), reportó que NuPro[®] entra en los grupos de las comidas funcionales, los cuales contienen componentes con estructuras biológicamente activas que pueden mejorar la salud del animal y que agregando NuPro[®] a las dietas de tilapia llevó a un mejoramiento en ganancia de peso. Li y Gatlin (2006) sugieren que fuentes exógenas de nucleótidos pueden ser más benéficos para especies de agua salada, aunque hacen énfasis en que la síntesis *de novo* (síntesis de moléculas complejas de moléculas simples como amino ácidos o azúcares) es suficiente para cumplir con los procesos normales de peces y crustáceos.

Cuadro 3. Ganancia diaria de peso en tilapia gris (*O. niloticus*) alimentados con dietas conteniendo nucleótidos.

Tratamiento	Ganancia Diaria de Peso (g/día) ^{n.d.}
Control	0.29 ±0.05
NuPro 1.5%	0.36 ±0.09
NuPro 2%	0.36 ±0.05

^{n.d.} No se encontraron diferencia significativas (P = 0.45)

Biomasa.

El Cuadro 4 muestra que no se observó un incremento en la biomasa de los animales de los tres tratamientos. Álvarez et al. (2017) con inclusiones de 2 y 3% de NuPro[®] en dietas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) obtuvieron resultados positivos en ganancia de

biomasa con el tratamiento del 2% comparado a los demás. De acuerdo a Barros et al. (2013), los niveles de suplementación de nucleótidos en las dietas y alimentación de tilapia deben ser medidas con exactitud ya que con concentraciones altas de estos nucleótidos podrían afectar el crecimiento, peso y acreción de proteínas. Peng et al. (2006), reportó en su experimento basado en los estudios de Borda et al. (2003) que la aplicación de nucleótidos en larva del pez besugo (*Pagellus bogaraveo*) y un suministro de esto promovería el crecimiento de peces y crustáceos en sus primeras etapas. Una razón por la cual esto no tuvo diferencias puede ser por las condiciones favorables en las que se encontraban los animales.

Cuadro 4. Ganancia de biomasa (g) en tilapia gris (*O. niloticus*) alimentados con una fuente de nucleótidos.

Tratamiento	Sobrevivencia ^{n.d.}	Biomasa (g) ^{n.d.}
Control	74.5 ±14.76	54.02 ± 5.24
NuPro 1.5%	52.5 ± 8.60	42.14 ± 5.10
NuPro 2%	53.5 ±11.80	40.79 ±15.37

^{n.d.} No se encontraron diferencia significativas (P = 0.086)

Consumo.

El consumo de alimento no tuvo diferencia significativa entre las dietas que contenían NuPro[®] en 1.5 y 2% y con el control (Cuadro 5). Según Barros et al. (2013) el uso de AccelerAid[®] lo cual es una mezcla de nucleótidos parecido al NuPro[®] no tuvo efecto en aumento de peso, pero sí obtuvieron un aumento en el consumo de alimento. Garcia-Castillo et al. (2014), reportó que en otros animales monogástricos, en este caso el cerdo, incluyendo NuPro[®] en las dietas el consumo de alimentos por los animales no tuvo diferencia significativa.

Cuadro 5. Consumo de alimento en tilapia gris (*O. niloticus*) alimentados con una fuente de nucleótidos.

Tratamiento	Consumo (mg) ^{n.d.}
Control	1273.7 ± 94.49
NuPro 1.5%	1228.3 ± 67.02
NuPro 2%	1365.5 ±224.80

^{n.d.} No se encontraron diferencia significativas (P > 0.05)

4. CONCLUSIÓN

- Bajo las condiciones de la unidad de Acuicultura, la adición exógena de nucleótidos no muestra beneficio sobre los parámetros productivos de peces en pre-engorde.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar el experimento con mayores porcentajes de inclusión de NuPro® (*Saccharomyces cerevisiae*).
- Realizar el experimento bajo condiciones menos favorables para poder poner en prueba el suplemento.
- Realizar el experimento en etapa de engorde.

6. LITERATURA CITADA

- Abdel-Tawwab M, Abdel-Rahman A, Ismael N. 2008. Evaluation of commercial live bakers' yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter of Fry Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged *in situ* with *Aeromonas hydrophila*. *Aquaculture*, 280: 185-189
- Alvarez Escudero SC, Rueda Ruiz RG. 2017. Uso de una fuente de nucleótidos en el engorde de *Penaeus vannamei* [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 14p
- Barbu A, Sara A, Ani A, Bentea M. 2008. The effects of some fodder additives on production performances of different fish species. *Bulletin of university of agricultural sciences and veterinary medicine Cluj-Napoca. Animal Science and Biotechnologies*, 6(1-2): 3-5
- Barros M, Gomes I, Edivaldo L, de Oliveira R, Fernandes A, Pelegrina C, Francisco L, Padovani C. 2013. The effects of dietary nucleotide mixture on growth performance, haematological and immunological parameters of Nile tilapia. *Aquaculture Research*, 46(4): 987-993.
- Behrooz A, Morteza Y, Abdolmohammad A. 2011. Influence of dietary nucleotides supplementation on growth, body composition and fatty acid profile of Beluga sturgeon juveniles (*Huso huso*). *Aquaculture Research*, 44(2): 254-260.
- Berto RD, Pereira GD, Mouriño JL, Martins ML, Fracalossi DM. 2015. Yeast extract on growth, nutrient utilization and haemato-immunological responses of Nile tilapia. *Aquaculture Research*, 47(8): 2650-2660.
- FAO. 2005. Visión general del sector acuícola nacional. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; [consultado el 17 de abril del 2019] http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_honduras/es
- Garcia-Castillo RF, Hernandez-Martinez K, Kawas-Garza JR, Salinas-Chavira J, Vegaríos A, Ruiloba-Villareal MH, Fimbres-Durazo H. 2014. Efecto de nucleótidos y péptidos de *Saccharomyces cerevisiae* (NuPro®) en la alimentación de cerdos post-destete. Mexico: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; [consultado el 4 de sept. del 2019]. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95930052007.pdf>

- He S, Zhou Z, Liu Y, Shi P, Yao B, Ringø 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* female × *O. aureus* male) cultured in cages. *Journal of Animal Science*, 89(1): 84-92.
- Junior HB. 2015. Los Nucleótidos. [consultado 2019 abr 20] <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/los-nucleotidos-t31967.htm>
- Li P, Gatlin DM. 2006. Nucleotide nutrition in fish: Current knowledge and future applications. *Aquaculture*, 251(2-4): 141-152.
- Meyer DE. 1986. Introducción a la Acuicultura. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Murgas L. 2008. Parámetros morfométricos en el rendimiento de los componentes corporales de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Anales de Veterinaria de Murcia*, 24: 45-44.
- Ramadan A, Atef M. 1991. Effect of the biogenic performance enhancer (Ascogen “S”) on growth rate of tilapia fish. *Acta Veterinary Scandinavia*, 87: 304-306.
- Ringø E, Olsen R, Gonzales J, Wadsworth S, Kyu-Song S. 2012. Use of immunostimulants and nucleotides in aquaculture: a review. *Journal of Marine Science: Research Development*, 2:1
- Trosvik K, Rawles S, Thompson K, Metts L, Gannam A, Twibell R, Webster C. 2012. Growth and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fry fed organic diets containing yeast extract and soybean meal as replacements for fishmeal, with and without supplemental lysine and methionine. *Journal of the World Aquaculture Society*, 43(5): 635-647.
- Wicki GA, Gromenida N. 1997. Estudio de desarrollo y producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*). *AquaTic*, 2
- Xu L, Ran C, He S, Zhang J, Hu J, Yang Y, Du Z, Yang Y, Zhou Z. 2015. Effects of dietary yeast nucleotides on growth, non-specific immunity, intestine growth and intestinal microbiota of juvenile hybrid tilapia *Oreochromis niloticus* female × *Oreochromis aureus* male. *Animal Nutrition* 30: 1-8.