



EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) SOBRE EL CRECIMIENTO DE TILAPIA NILOTICA (*Oreochromis niloticus*)

EFFECT OF THE INCLUSION OF DIFFERENT LEVELS OF QUINOA (*Chenopodium quinoa*) ON THE GROWTH OF NILOTIC TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

María F. Timaná-Morales ^a, <https://orcid.org/0000-0001-9205-5401>
 Diana C. Naspiran-Jojoa ^a, <https://orcid.org/0000-0002-0980-7682>
 Sandra M. Mafla-Mejía ^a, <https://orcid.org/0000-0001-5049-3526>
 Marco A. Imúes-Figueroa ^b, <https://orcid.org/0000-0002-7607-540X>
 Camilo L. Guerrero-Romero ^c, <https://orcid.org/0000-0002-6948-4344>

^a Ingenieras en Producción Acuícola. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. mafe280901@gmail.com, diana.2305@hotmail.com, samimafla1995@gmail.com

^b Zoot, MSc, Profesor Asociado. Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. maimuez@yahoo.com

^c Docente Hora Catedra. Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. camiloguerrero.romero@gmail.com

Recibido: 13-01-2022

Aceptado: 19-05-2022

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la inclusión de diferentes dietas con harina de quinua (HQ), alimento balanceado comercial (T1), alimento comercial combinado con el 10% de HQ (T2), alimento comercial combinado con el 20% de HQ (T3) y alimento comercial combinado con el 30% de HQ (T4), sobre el crecimiento de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en etapa de alevinaje. Se evaluaron 240 alevinos con un peso promedio de 2,38 g, los alevinos fueron distribuidos en un diseño completamente al azar, con sub-muestreo, y tres replicas por tratamiento, los cuales fueron ubicados en los Laboratorios de Acuicultura de la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. El alimento se suministró tres veces al día por un periodo de 49 días. No se presentó diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) en el incremento de peso entre los tratamientos, en la conversión alimenticia y en la proteína del alimento. La relación benefició/costo (B/C) fue mayor en el T2 con (2,15). Los resultados señalan que es viable la adición de harina de quinua (HQ) hasta en un 30% en alimento de tilapia nilótica en fase de alevinaje como una alternativa para disminuir los costos de producción.

Palabras clave: Efecto, quinua, tilapia nilotica, crecimiento.

ABSTRACT

The effect of including different diets with quinoa flour (HQ), commercial balanced feed (T1), commercial feed combined with 10% HQ (T2), commercial feed combined with 20% HQ (T3) was evaluated. and commercial feed combined with 30% HQ (T4), on the growth of Nilotic tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the fingerling stage. 240 fingerlings with an average weight of 2.38 g were evaluated, the fingerlings were distributed in a completely random design, with sub-sampling, and three

replicates per treatment, which were located in the Aquaculture Laboratories of the University of Nariño, Pasto, Colombia. The food was supplied three times a day for a period of 49 days. There were no statistically significant differences ($p>0.05$) in weight gain between treatments, in feed conversion and in feed protein. The benefit/cost ratio (B/C) was higher in T2 with (2.15). The results indicate that the addition of quinoa flour (HQ) up to 30% in Nilotic tilapia feed in the fingerling phase is viable as an alternative to reduce production costs.

Keywords: Effect, quinoa, tilapia nilotica, growth.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura cumple un papel esencial en la seguridad alimentaria mundial, hecho que se ve reflejado en la producción que se ha incrementado en 7,5% por año desde 1970 ^[1]; este aumento ha sido posible gracias al suministro continuo de alimentos balanceados, fabricados con insumos como la harina y el aceite de pescado ^[2], sin embargo, estos alimentos representan entre el 30 y 60% de los costos de producción, asociando estos porcentajes al alto contenido de harina de pescado ^[3], lo que ha dado como resultado la búsqueda de insumos alternativos para el reemplazo de la harina y el aceite de pescado, dentro de estos insumos se incluyen ingredientes de origen animal y vegetal de alto valor nutritivo, económicos y disponibles en alta cantidad ^[2]. De esta manera en Colombia se han capacitado a pequeños productores en la elaboración y manejo de alimentos para el cultivo mediante la utilización de productos o subproductos agrícolas y pecuarios disponibles en las regiones ^[4], como ingredientes proteínicos alternativos, para cubrir los requerimientos nutricionales en especies de peces comerciales ^[5]. La especie de mayor distribución mundial para sistemas productivos comerciales y campesinos de áreas tropicales es la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), una especie con hábitos alimenticios propios

para consumo de plantas forrajeras, cuya dieta debe contener proteína cruda mínima de 24%, que en su mayoría es aportada por la harina de pescado ^[6], no obstante en su dieta se han empleado ingredientes no convencionales como harina de papa, harina de coproductos de res, cerdo y camarón, mezclas de granos de maíz, cebada, frijol y centeno, y otros ingredientes más, con proporciones que van desde el 5% hasta la sustitución total de la harina de pescado y la pasta de soya ^[7].

La quinua (*Chenopodium quinoa*), es una planta de alta importancia por su calidad como alimento, presentando 15,5% de proteínas, balance de aminoácidos, equilibrio de ácidos grasos poli-insaturados, vitaminas y minerales ^[8], que ha hecho que este pseudocereal un objeto atractivo desde el punto de vista nutricional, ya que puede completar proteínas de otras fuentes de alimentos ^[9], pudiendo resultar en una buena fuente nutricional en el cultivo de peces. En consecuencia, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la harina de quinua (HQ) adicionada en el alimento comercial a diferentes niveles (10, 20 y 30%) sobre el crecimiento de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en la etapa de alevinaje, bajo condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La investigación se llevó a cabo en los Laboratorios del Programa Ingeniería en Producción Acuícola de la Universidad de Nariño, en la ciudad de Pasto al sur occidente de Colombia, altura 2.527 msnm, temperatura ambiente promedio 13,3 °C, precipitación pluvial de 415 mm anuales y humedad relativa del 73% ^[10].

Diseño experimental

Se utilizó 240 alevines de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) procedentes del laboratorio de hidráulica del programa Ingeniería en Producción Acuícola los cuales iniciaron con peso promedio de 2,38 g. Se aplicó un diseño completamente al azar con sub-muestreo en cuatro tratamientos evaluados por triplicado; cada unidad experimental estuvo conformada por un acuario de 25 L y 20 alevinos de tilapia nilótica; los alevinos, al igual que las unidades experimentales, fueron distribuidos en forma aleatoria y homogénea, en los tratamientos con diferentes relaciones de harina de quinua (HQ) adicionada al alimento comercial (45% de proteína), de la siguiente manera: T1 = alimento comercial, T2 = alimento comercial combinado con el 10% de HQ, T3 = alimento comercial combinado con el 20% de HQ y T4 = alimento comercial combinado con el 30% de HQ; la evaluación tuvo un periodo de 49 días con 7 días adicionales de adaptación de los alevinos a la dieta.

Preparación de dietas

La quinua fue lavada con abundante agua hasta eliminar la saponina, se secó en horno a temperatura de 60 °C durante dos días; seco el grano se tostó y molió, posteriormente se adiciono al alimento comercial mediante la técnica de micromezclas; de manera artesanal el alimento fue elaborado en pellets,

humedecido con una solución de almidón en proporción de 0,5 g por litro de agua destilada y se dejó secar a temperatura ambiente por 24 horas. A partir del alimento elaborado se tomó 12 muestras (3 por tratamiento) de 100 g cada una para realizar los análisis bromatológicos en los Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño.

Alimentación

Los peces fueron alimentados al 5% de la biomasa, tres veces al día (8:00, 12:00, 17:00 h) en raciones iguales.

Calidad del Agua

Diariamente se midió en cada acuario la temperatura (°C) y el oxígeno disuelto (mg/L) con una sonda multiparamétrica YSI, y el pH con un equipo HANNA; diariamente se eliminó mediante la técnica de sifoneo las heces fecales y los residuos de alimento del fondo de los acuarios y semanalmente se hizo recambios del 50% del volumen total del agua.

Muestreos

Para determinar el crecimiento y la biomasa se realizaron muestreos semanales, para tal fin se tomó el 25% de los animales (5 individuos) por acuario, cada animal se pesó individualmente en una balanza digital de campo modelo OHAUS (precisión $\pm 0,1$ g), previa anestesia con Eugenol a concentración de 2 mL. Al inicio y al final del experimento se pesaron todos los animales.

Análisis estadístico

Se verificó los supuestos estadísticos de normalidad (Chi-cuadrado, Shapiro-Wilk y Valor Z para sesgo), para determinar si los datos presentaban una distribución normal para todas las variables ($p > 0,05$). Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de

comparación múltiple de Tukey, para determinar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($\alpha=0,05$). En el caso de la supervivencia, se aplicó la

prueba de Brand-Snedecor, basada en Chi-cuadrada. Todos los análisis se efectuaron utilizando el software Statgraphics Centurion XV y Microsoft Excel 2013.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso final

En este estudio no se presentaron diferencias significativas ($p>0,05$) en peso final de los organismos alimentados con los tratamientos con harina de quinua respecto al tratamiento control (Tabla 1), lo cual es consistente con los resultados obtenidos por López et al.^[11] quienes evaluaron la tasa de crecimiento de juveniles de tilapia nilótica al sustituir parcialmente la ración de alimento balanceado (25 y 50%) con hojas crudas de chaya (*Cnidoscolus chayamansa*), encontrando que no hay diferencias significativas en el peso ganado. De igual forma son consistentes con los resultados obtenidos por Guerra^[12] e investigador que evaluaron el crecimiento de *O. niloticus*, utilizando hojas de chipilín (*Crotalaria longirostrata*) como sustituto parcial del alimento balanceado, encontrando que al final del experimento no se presentaron diferencias significativas en el peso final de los organismos respecto al tratamiento control. Por otra parte, coinciden con los resultados reportados por García^[7] y colaboradores

quienes estudiaron la sustitución de pasta de soya (PS) con la pasta de coco (PC) en el alimento de juveniles de *O. niloticus* y concluyeron que al sustituir la PS con la PC hasta en un 100 % no se afecta el crecimiento y la supervivencia. En consecuencia, sí es posible la adición de HQ en el alimento comercial hasta en un 30% de sustitución sin que se afecte el crecimiento de los organismos.

Conversión alimenticia

Respecto a la conversión alimenticia no se presentaron diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos con HQ respecto al tratamiento control (Tabla 1), aunque para esta variable estuvieron fuera de los límites aceptables (1,47-2,13) para el cultivo de tilapia según lo descrito por Cruz et al.^[13], no obstante, el peso final de los organismos en este experimento no presentó diferencias significativas entre los organismos alimentados con HQ y con el control, por lo cual se sugiere que hubo un consumo íntegro del alimento por parte de los organismos.

Tabla 1. Peso individual final de los alevinos de tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) alimentados con diferentes niveles de harina de quinua (HQ), conversión alimenticia, proteína del alimento y relación beneficio/costo.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Peso individual (g)	5,3±0,10 ^a	5,2±0,10 ^a	5,3±0,11 ^a	4,7±0,09 ^a
Conversión alimenticia	5,6±0,29 ^a	5,6±0,29 ^a	5,7±0,29 ^a	5,1±0,29 ^a
Proteína alimento (%)	41,7±0,30 ^a	39,0±0,30 ^a	36,7±0,30 ^a	34,6±0,30 ^a
Beneficio/Costo (COP)	1,8	2,15	2,14	2,11

^a Las diferencias no son significativas ($p>0,05$)
Valores: media ± error estándar

Proteína del alimento

En relación con la proteína del alimento, no se presentaron diferencias significativas ($p>0,05$) entre los tratamientos con HQ respecto al tratamiento control (Tabla 1), estos resultados se encontraron dentro de los valores del requerimiento de proteína (26,8 a 41,3%) para el cultivo de tilapia de acuerdo con Torres et al ^[14]. Por otra parte, los resultados de esta investigación para proteína concuerdan con los reportados por Rivas ^[15] quienes evaluaron la harina de moringa (*Moringa oleífera*) como ingrediente alternativo para sustituir la harina de pescado en los alimentos balanceados para tilapia, demostrando que la harina de moringa puede sustituir hasta un 2% la harina de sardina sin afectar el crecimiento de los organismos. De igual forma se pueden asociar estos resultados con los datos obtenidos por Gutiérrez et al ^[16], quienes determinaron los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA)

de la proteína (CDA_p) y de la energía (CDA_e) de harina de pescado, harina de vísceras de pollo y harina de quinua (*Chenopodium quinoa*) para *O. niloticus*, revelando que los peces alimentados con harina de quinua presentaron mayor digestibilidad (67%) indicando así, la posibilidad de inclusión en dietas prácticas para tilapia nilótica.

Análisis de beneficio costo

En el análisis parcial de costos se incluyó los costos del alimento balanceado y la harina de quinua, observando que los valores fueron similares en los cuatro tratamientos, sin embargo, se observó que los tratamientos con harina de quinua tuvieron la mayor relación beneficio/costo, así, el tratamiento con alimento comercial combinado con el 10% de HQ (T2) presentó el mayor índice, en el cual por cada unidad monetaria invertida se obtuvo 2,15 unidades de ingreso.

CONCLUSIONES

La adición de harina de quinua en las dietas de *O. niloticus* no afecta el crecimiento y la supervivencia de los organismos, por lo cual es viable la adición de harina de quinua (HQ) hasta en un 30% en alimento de tilapia nilótica en la fase de alevinaje como una alternativa para disminuir los costos de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. FAO. 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca9229es>
- [2]. Barraza RH, Pérez AM, Gonzales ML, Ortega JA, Muñoz R, Zúñiga M, et al. Uso de microalgas como constituyentes parciales del alimento balanceado para engorda de tilapia (*Oreochromis niloticus*). Biotecnía. 2020; 22(1): 135-141.
- [3]. Poot G, Gasca E, Olvera M. Producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) utilizando hojas de chaya (*Cnidoscolus chayamansa* McVaugh) como sustituto parcial del alimento balanceado. 2012; 40(4): 835-846.
- [4]. AUNAP. Plan nacional para el desarrollo de la acuicultura sostenible en Colombia – PlaNDAS. Bogota [Colombia]: Autoridad nacional de acuicultura y pesca; 2014.
- [5]. FAO. Problemáticas de la utilización de alimentos. Departamento de pesca y acuicultura. FAO. 2007. En: <http://www.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=topic&fid=2888>.
- [6]. Hahn CM, Grajales A, Grajales S. Experiencias del cultivo de la morera *Morus alba* L., 1753. (Rosales: Moraceae) y su utilización en la alimentación de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*, Trew, 1984 (Perciformes: Cichidae) para programas de seguridad alimentaria en el trópico. Rv Boletín científico, centro de museos, museo de historia natural. 2018; 22 (2): 42-48.
- [7]. García B, Hernández Y, Álvarez CA, Martínez R, Contreras W, Civera R, Nolasco H. Pasta de coco en dietas prácticas para juveniles de tilapia del Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.) (Percoidei: Cichlidae). ResearchGate. 2013; 1(1): 43-50.
- [8]. Mujica A. & Jacobsen S. E. 2006. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. En: Moraes R., Øllgaard B., Kvist L. P., Borchsenius F. & Balslev. Botánica Económica de los Andes Centrales. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. p. 449-457.
- [9]. Callisaya JC, Alvarado JA. Aislados Proteínicos de granos altoandinos Chenopodiaceas; quinua “*Chenopodium quinoa*” – Cañahua “*Chenopodium pallidicaule*” por precipitación Isoeléctrica. Rev. Bol. Quim. 2009; 26(1): 12-20.
- [10]. Torres F, Legarda L, Narvaez A. Análisis de algunos parámetros climáticos del Altiplano de Pasto, Nariño, Colombia. Revista de Ciencias Agrícolas. 1987; 10: 152-169.
- [11]. López GP, Leyva E, Olvera M. Producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) utilizando hojas de chaya (*Cnidoscolus chayamansa* McVaugh) como sustituto parcial del alimento balanceado. Rev Lat. Am. J. Aquat. 2012; 40(4): 835-846.
- [12]. Guerra D, Valdez JC, Villatoro F, Rodenas M, Fuentes H, Días M, et al. Crecimiento de la cría de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) utilizando hojas de chipilín (*Crotalaria longirostrata*) como sustituto parcial del alimento balanceado. REDVET. 2016; 17(10): 1-12.

- [13]. Cruz EM, Ridha M, Abdullah MS. Production of the African Freshwater Tilapia *Oreochromis spilurus* (Günther) in seawater. *Aquaculture*. 1990; 84:41-48.
- [14]. Torres D, Hurtado V. Requerimientos nutricionales para tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev Orinoquia Universidad de los Llanos*. 2012; 16(1): 63-68.
- [15]. Rivas ME, et al. Sustitución parcial de harina de sardina con moringa oleifera en alimentos balanceados para juveniles de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) cultivada en agua de mar. *Rev Biotecnología*. 2012. 14(2): 3-10.
- [15]. Gutiérrez M, Yossa M, Vásquez W. Digestibilidad aparente de materia seca, proteína y energía de harina de vísceras de pollo, quinua y harina de pescado en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). *Rev Orinoquia Universidad de los Llanos*. 2011; 15(2): 169-179.