



## INCORPORACIÓN DE HARINA DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) EN DIETA PARA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*)

### INCORPORATION OF CHOCHO FLOUR (*Lupinus mutabilis Sweet*) IN DIET FOR RED TILAPIA (*Oreochromis sp*)

Diana Y. Díaz-Eraza <sup>a</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-3478-9156>  
 Ángela M. Gómez-Barco <sup>a</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-2044-9740>  
 Edy S. Narváez-Mora <sup>b</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-8975-3118>  
 Marco A. Imúes-Figueroa <sup>c</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-7607-540X>  
 Camilo L. Guerrero-Romero <sup>d</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-6948-4344>

<sup>a</sup> Ingeniera en Producción Acuícola. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. [dianadiazeraza0000@gmail.com](mailto:dianadiazeraza0000@gmail.com), [angel\\_gomez95@hotmail.es](mailto:angel_gomez95@hotmail.es)

<sup>b</sup> Ingeniero en Producción Acuícola. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. [santiagonarvaez07@hotmail.com](mailto:santiagonarvaez07@hotmail.com)

<sup>c</sup> Zoot, MSc, Profesor Asociado. Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. [maimuez@yahoo.com](mailto:maimuez@yahoo.com)

<sup>d</sup> Docente Hora Catedra. Departamento de Recursos Hidrobiológicos, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, [camiloguerrero.romero@gmail.com](mailto:camiloguerrero.romero@gmail.com)

Recibido: 11-05-2020

Aceptado: 09-05-2021

## RESUMEN

En acuicultura, el alimento balanceado representa entre el 50% y 70% de los costos de producción, por lo tanto, es importante que este insumo sea lo más eficiente posible en términos nutricionales y que además se suministre de manera óptima a los organismos de cultivo. Los alimentos balanceados son elaborados con diversas materias primas que determinan en gran medida el precio final. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de harina de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) adicionada en diferentes porcentajes 10, 20 y 30% a la dieta en tilapia roja (*Oreochromis sp*). La investigación se ejecutó durante 50 días en el laboratorio de nutrición y alimentación de la Universidad de Nariño, se utilizó un sistema de recirculación conformado por 12 acuarios con una capacidad de 25 litros. Se sembraron 15 ejemplares de tilapia roja con un peso promedio de 3,45 gramos (g), alimentando al 5% de la biomasa. Se evaluaron cuatro tratamientos, cada uno con tres replicas utilizando la harina de chocho, el (T0) sin adición, (T1) con el 10%, (T2) con el 20% y (T3) con el 30%. Durante el estudio se evaluó las variables de peso, talla, factor de conversión alimenticia, y parámetros físico-químicos como el pH, oxígeno disuelto y temperatura. (T1) fue el que presentó mayor crecimiento (11,1), respecto a los demás (T2), 4,93, (T3) 5,62 y (T4) 5,57. La incorporación de nuevas materias primas en la alimentación y nutrición de las especies acuícolas, son una apertura para encontrar y satisfacer los requerimientos nutricionales de los peces y como una posible fuente de investigación que dará lugar para reemplazar algunas de las materias primas que generan altos costos de producción.

**Palabras clave:** alimentación acuícola, costos de producción, leguminosas, tasa de crecimiento simple

## ABSTRACT

Balanced feed in aquaculture represents between 50% and 70% of production costs, therefore it is important that this input is as efficient as possible in nutritional terms and that it is also optimally supplied to culture organisms, balanced foods are made with various raw materials that largely determine the final price. The objective of the study was to evaluate the effect of different levels of chocho flour (*Lupinus mutabilis Sweet*) added at different levels 10, 20 and 30% to the diet in red tilapia (*Oreochromis sp*). The research was carried out for 50 days in the nutrition and feeding laboratory of the University of Nariño, a recirculation system consisting of 12 aquariums with a capacity of 25 liters was used. 15 red tilapia animals with an average weight of 3.45 grams (g) were sown, feeding 5% of the biomass. Four treatments were evaluated, each with three replicates using chocho flour, (T0) without addition, (T1) with 10%, (T2) with 20% and (T3) with 30%. During the study, the variables of weight, height, dietary conversion factor, and physical-chemical parameters such as pH, dissolved oxygen, and temperature were evaluated. (T1) was the one with the highest growth (11.1), compared to the others (T2), 4.93, (T3) 5.62 and (T4) 5.57. The incorporation of new raw materials in the feeding and nutrition of aquaculture species is an opening to find and satisfy the nutritional requirements of fish and as a possible source of research that will lead to replacing some of the raw materials that generate high costs. of production.

**Key words:** aquaculture feeding, production costs, legumes, simple growth rate

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura es el sistema de producción de alimento que ha tenido la mayor tasa de crecimiento en el mundo en la última década, incrementando su producción de 10 millones de ton. métricas (mtm) en 1984 a 27.8 mtn. en 1995, 52.8% de peces, 24.5% de plantas acuáticas, 18.3 % de moluscos y 4.1% de crustáceos), lo que representa una tasa de crecimiento del 9.6% comparado con el incremento del 3.1% para la producción de carne de animales terrestres y el 1.6% de las capturas pesqueras en el mismo período <sup>[1]</sup>.

En la actualidad, América Latina y el Caribe produce 2,7 millones de toneladas de pescado en acuicultura y extrae alrededor de 11,7 millones de toneladas en la actividad de captura. Dentro de este crecimiento, la tilapia ocupa uno de los lugares primordiales de cultivo, ya que se presenta como la alternativa más ventajosa para la producción de proteína sana y económica, dado sus altos rendimientos, debido a que su crecimiento es mayor que el de otras especies en sistemas de cultivo intensivo. Tiene excelente calidad de carne y por lo tanto

buena aceptación en los mercados <sup>[2]</sup>.

La especie de leguminosa *Lupinus mutabilis sweet* (tarwi), se cultiva tradicionalmente en los Andes desde 1500 msnm en Perú, Colombia, Ecuador, Venezuela, Bolivia, Chile y Argentina. Sus semillas son usadas en la alimentación humana, toda vez que esta especie ocupa los primeros lugares entre los alimentos nativos con elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial <sup>[3]</sup>.

El tarwi es un grano rico en proteínas y grasas, razón por la cual debería formar parte de la dieta humana. El contenido proteico es incluso superior al de la soya y similar en el contenido en grasa, son semillas excepcionalmente nutritivas. Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, los estudios demuestran en más de 300 diferentes genotipos que la proteína varía de 41- 51% y el aceite de 14-24% <sup>[4]</sup>.

Consecuentemente, se formuló el siguiente

experimento con el objetivo de evaluar la harina de chocho (HC) adicionada al alimento en diferentes niveles (10, 20 y 30%) sobre el

crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en la etapa de levante, bajo condiciones de acuario.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

La investigación se llevó a cabo en los laboratorios del Programa Ingeniería en Producción Acuícola, ubicados en la ciudad universitaria, sector Torobajo, al suroeste de la ciudad de San Juan de Pasto, región localizada a 2510 msnm, temperatura promedio 14°C, precipitación pluvial 1180 mm anuales y humedad relativa del 75% [5].

### Diseño experimental

Se utilizó 180 peces, procedentes de la empresa Omega Fish S.A.S con un peso promedio inicial de 3,45 gramos. Diariamente se realizó limpieza del fondo, mediante la técnica de sifoneo, y se completó el volumen del agua hasta el nivel requerido; semanalmente se realizó un recambio del 50% del volumen del agua.

Se aplicó un diseño completamente al azar con sub-muestreo con cuatro tratamientos evaluados por triplicado; cada unidad experimental estuvo conformada por un acuario de 25 L y 15 alevinos de tilapia nilotica; los alevinos, al igual que las unidades experimentales, fueron distribuidos en forma aleatoria y homogénea, en los tratamientos con diferentes relaciones de harina de chocho (HC) 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 20% de HC y T4 = Alimento comercial combinado con el 30% de HC; la evaluación tuvo un periodo de 49 días con 7 días adicionales de adaptación de los alevinos a la dieta.

### Preparación de dietas

En cuanto a la preparación de las materias primas el chocho fue lavado con abundante agua con el fin de eliminar la saponina, posterior a esto se secó en el horno a temperatura de 60°C  $\pm$  0.2 durante dos días, después se lo tostó Y se procedió a molerlo. Posteriormente se integró vía mezcla con el concentrado comercial, en las proporciones indicadas anteriormente, formulando las dietas de manera isoproteica e isoenergética. De este material se tomó 12 muestras de 100 g cada una, con el fin de realizar los respectivos análisis.

### Muestreos

Para determinar el crecimiento y el promedio de la biomasa se realizaron muestreos semanalmente para lo cual 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  $\pm$  0,1g), los individuos antes de ser pesados fueron anestesiados con eugenol a una 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.

### Duración del experimento

El experimento duró 50 días, con 7 días adicionales de adaptación de los peces a la dieta, en el desarrollo del trabajo se contó con 12 acuarios de plástico, con una capacidad de 25 L, las unidades experimentales se dispusieron de los elementos: filtro, termostatos y aireación necesarios para mantener el agua en las condiciones óptimas para la especie. Adicionalmente se emplearon los equipos y utensilios necesarios para realizar las mediciones y control de calidad de agua, como: Balanza digital, termómetros, pH-metro, Blower, oxímetro y equipo de colorimetría. En cuanto a insumos; balanceado de 45% de proteína, harina de chocho, sal

marina y eugenol.

La propuesta evaluó tres porcentajes de harina de chocho (HC) adicionada al alimento comercial de 45% de proteína, esto se realizó por medio de la distribución en cuatro tratamientos: (T1) Alimento comercial, (T2) Alimento comercial adicionado el 10% de (HC), (T3) Alimento comercial adicionado con el 20% de (HC) y (T4) alimento comercial más 30% de (HC), distribuidos en un diseño completamente al azar, con sub-muestreo, y tres réplicas por tratamiento; el alimento según las dietas experimentales, se suministró a saciedad 4 veces al día, en proporción del 5% del peso de la biomasa. Semanalmente se midió el peso de los animales, muestreando el 25 % de los animales, con el fin de ajustar la biomasa, y registrar el crecimiento; la mortalidad se registró diariamente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La harina de chocho en este estudio presento un valor alto de proteína (42,56%) para el T1 que solo presenta alimento balanceado y T2 con un 41,96% que presenta un 10% de harina de chocho y el 90% de alimento balanceado, lo cual favoreció el normal crecimiento de los alevinos de tilapia; encontrándose dentro de los rangos presentados por el Instituto de

Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) quienes consideran que los *Lupinus* en general se caracterizan por ser poseedores de un gran contenido de nutrientes entre los que se relacionan principalmente las proteínas (44.3%) donde su contenido es incluso superior al de la soya (33.4%), y frijol (22%) (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Análisis bromatológico alimento comercial y harina de chocho, realizado en la sección de laboratorios especializados, Universidad de Nariño.

Tratamiento	Recuento	Ceniza*	Extracto Etéreo*	Fibra*	Proteína*	EEN*	Energía (Kcal/100g)	Calcio*
1	3	6,72	6,64	1,23	42,56	42,85	502	1,07
2	3	6,8	6,77	1,49	41,96	42,98	501	1,09
3	3	6,46	8,2	1,52	44,25	39,57	513	0,94
4	3	6,03	9,43	1,73	45	37,81	507	0,82

\*: Unidad de medida: g/100g

**Tabla 2. Análisis bromatológico alimento comercial y harina de chocho, realizado en la sección de laboratorios especializados, Universidad de Nariño.**

Tratamiento	Recuento	Magnesio*	Potasio*	Azufre*	Hierro (mg/kg)	Manganeso (mg/kg)	Zinc (mg/kg)
1	3	0,23	1,33	0,35	600	48,57	120
2	3	0,22	1,39	0,36	629	48,59	118
3	3	0,22	1,28	0,35	545	47,53	112
4	3	0,23	1,35	0,36	500	45,37	107

\*: Unidad de medida: g/100g

La tilapia, por ser un organismo omnívoro, puede utilizar de manera eficiente carbohidratos complejos como el almidón de maíz, hasta 46% en dietas con 30% de proteína sin que su crecimiento se reduzca <sup>[6]</sup>.

La harina de chocho en este estudio presenta alto valor de proteína (42,56%) para el T1 que solo presenta alimento balanceado y T2 con un 41,96% que presenta un 10% de harina de chocho y el 90% de alimento balanceado, lo cual favoreció el normal crecimiento de los alevinos de tilapia; encontrándose dentro de los rangos presentados por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) quienes consideran que los *Lupinus* en general se caracterizan por ser poseedores de un gran contenido de nutrientes entre los que se relacionan principalmente las proteínas (44.3%) donde su contenido es incluso superior al de la soya (33.4%), y frijol (22%).

Por otro lado, Ortega et al. <sup>[7]</sup>, realizaron un estudio de caracterización de semillas de chocho sembradas en los Andes (Nariño) donde la composición nutricional fue: proteína (44.86%), ceniza (5.52%), grasa (13,91%), humedad (9.63%) rangos comparables con los

obtenidos en este estudio, sin embargo, dichos autores consideraron que el chocho es una leguminosa de alto potencial energético, presentando características composicionales comparables a materias primas convencionales como la soya. Garantizando calidad y alto valor nutricional que puede ser útil en la alimentación humana y animal con posibilidades de aplicación en diversos renglones de la industria.

### Crecimiento

Según el análisis de varianza, demostró que existió diferencias significativas entre peso del tratamiento 1 (T1) con respecto a los demás tratamientos. Por otra parte, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos T2, T3, y T4 con un nivel de confianza del 95%.

En la tabla 3 se presenta los resultados de las variables productivas peso y talla de la especie trabajada, al inicio y final del estudio. Manejando un porcentaje del 5% biomasa/día, se obtuvo un factor de conversión alimenticia (FCA) para cada tratamiento, como se puede observar en la tabla 4.

Tabla 3. Incremento de peso y talla.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Peso inicial (gr)	3,86	3,48	3,2	3,27
Peso final	14,96	8,41	8,82	8,84
Talla inicial	5,91	5,88	5,85	5,88
Talla final	11,82	7,79	8,02	7,89
Incremento de peso	11,1	4,93	5,62	5,57
Incremento de talla	5,91	1,91	2,17	2,01

Aguilar y Meyer et al <sup>[8]</sup>, consideran que el incremento de peso varía en relación a un número de factores como la especie, etapa de producción, densidad de siembra, calidad de los insumos, la alimentación, el grado de actividad y temperatura del agua.

El mismo autor en su estudio afirma que la

tasa absoluta de crecimiento para tilapia roja está entre 1,7 y 4,6 g/pez/día. Así mismo, para la conversión alimenticia en la etapa de alevinaje (23gr) se encuentra entre 0,75 y 0,84, para levante (229 gr) entre 1,11 y 1,38 y para la etapa de finalización (406 gr) entre 1,68 y 2,13, dependiendo de la densidad de siembra.

Tabla 4. Factor de conversión alimenticia (FCA).

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Incremento de Biomasa (gr)	506,40	218,90	262,00	212,60
Alimento Suministrado (gr)	726,25	493,90	514,85	521,05
Incremento de Biomasa (gr)	506,40	218,90	262,00	212,60
Alimento Suministrado (gr)	726,25	493,90	514,85	521,05
FCA	1,43	2,26	1,97	2,45

Durante el periodo de estudio se obtuvo una sobrevivencia para el T1 del 97,78%, T2 100%, T3 100% y T4 del 93,3%.

Según Martínez y Mendoza <sup>[9]</sup>, el FCA óptimos para el cultivo de tilapia son de 1,6 a

1,9, pero según Diana et al., citado por el mismo autor un promedio de FCA aceptable en el cultivo oscila entre 1.01 – 1,6. El mismo autor afirma que muchos autores han coincidido en que existen factores que afectan como los requerimientos proteicos, la tasa de alimentación, entre otros.

## CONCLUSIONES

La adición de harina de chocho a las dietas de tilapia roja, en diferentes niveles, no tuvieron un efecto que cause diferencias significativas ( $P>0,05$ ) sobre el crecimiento y la mortalidad, en la etapa de levante, cuando se cultiva en acuarios.

Es viable la adición de harina de chocho (HC) del 10 % al 30% en alimento de tilapia roja, en la fase de levante, sin afectar el crecimiento, como una alternativa para disminuir los costos de producción.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Silva D. Tropical mariculture. Australia. 2018.
- [2]. FAO. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. 2016. En: <http://www.fao.org/3/a-x4400s.pdf>.
- [3]. Castañeda B. Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis sweet*. Scielo. 2018.p. 210-211. En: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172008000400005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172008000400005)
- [4]. Manrique M, Ramos F, Martínez J. Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis sweet* (chocho o tarwi). 2008. En: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172008000400005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172008000400005)
- [5]. 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.
- [6]. WANG, Y.; CUI, Y.; YANG, Y. and CAI, F. 2005a. Partial compensatory growth in hybrid tilapia *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus* following food deprivation. J. Appl. Ichthyol. 21: 389-393.
- [7]. ORTEGA, E.; RODRÍGUEZ, A.; DAVID, A.; ZAMORA, A. 2010a. Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los Andes de Colombia. p. 6.
- [8]. AGUILAR, F. Modelos matemáticos no lineales como herramienta para evaluar el crecimiento de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) y tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* Var. Chitralada) alimentadas con dietas peletizadas o extruidas. Trabajo de grado Magister en Producción Animal. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 2010. p. 1-135
- [9]. MARTÍNEZ, V y MENDOZA, W. Comportamiento del crecimiento de juveniles de tilapia *Oreochromis niloticus*, utilizando alimento comercial: para tilapia al 28% vs para camarón al 30%. Trabajo de grado: Ingeniero Acuicola. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Facultad de Ciencias y tecnología. Nicaragua. 2015. p. 59