

Harina de Yuca en la Alimentación de Alevines de Tilapia Roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*)

Yucca Meal in the Feeding of Red Tilapia Fry (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*)

Farinha de Mandioca na Alimentação de Alevinos de Tilápia Vermelha (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*)

Rodriguez Tobar, Jorge Magno
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
jrodriguez@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8478-9242>



Burgos Carpio, Byron Andres
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
babc95438@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2840-9997>



Gonzalez Cedeño, Wellington Ronald
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
wellington.gonzalez2016@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0006-7447-8279>



Acosta Farias, Jenny Milena
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
jmacostafarias@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9529-765X>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE4/460>

Como citar:

Rodríguez Tobar, J. M., Burgos Carpio, B. A., Gonzalez Cedeño, W. R., & Acosta Farías, J. M. (2024). Harina de Yuca en la Alimentación de Alevines de Tilapia Roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*). *Código Científico Revista De Investigación*, 5(E4), 36–52.

Recibido: 22/07/2024

Aceptado: 11/08/2024

Publicado: 30/09/2024

Resumen

La producción acuícola se ha convertido en una de las actividades pecuarias de mayor crecimiento, es el quinto eslabón más importante de la acuicultura a nivel mundial, es una especie reproductiva indiferenciada. La presente investigación tiene como objetivo evaluar los niveles de harina de yuca (*Manihot esculenta*) en dieta de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*). Empleando un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y 5 repeticiones con un total 400 peces, fueron divididos en 80 peces por tratamiento, 20 por repetición, cada tratamiento consistió en la inclusión de harina de yuca al 0%, 5%, 10% y 15% en la dieta, siendo el tratamiento que presentó mayores parámetros el T3 (15% de inclusión de harina de yuca), con peso inicial (6.57 g), peso final (40.57 g), ganancia de peso (6.08 g), consumo de alimento (32.45 g), Tasa de crecimiento absoluto (0.89 g/día), Tasa de crecimiento específico (1.00%), biomasa total (811.35 g), conversión alimenticia (2.5 g) y una tasa de supervivencia del 100%, obteniendo una ganancia de 389.21 y ahorro de 229.31 dólares. Empleando un 15% de la harina de yuca en el balanceado comercial, se obtuvieron mayores promedios en los parámetros de producción, pudiendo este nivel, adaptarse al sistema de alimentación de los peces en crianza intensiva. Siendo este tratamiento más eficaz, con mayor palatabilidad y con mayor rentabilidad.

Palabras clave: Balanceado, Crecimiento, Dieta, Peces, Producción

Abstract

Aquaculture production has become one of the fastest growing livestock activities; it is the fifth most important link in aquaculture worldwide and is an undifferentiated reproductive species. The objective of this research is to evaluate the levels of cassava (*Manihot esculenta*) meal in the diet of red tilapia (*Oreochromis mossambicus*) fry. Using a completely randomized design (CRD) with four treatments and 5 replicates with a total of 400 fish, they were divided into 80 fish per treatment, 20 per replicate, each treatment consisted of the inclusion of cassava meal at 0%, 5%, 10% and 15% in the diet, with the treatment that presented the highest parameters being T3 (15% inclusion of cassava meal), with initial weight (6.57 g), final weight (40.57 g), weight gain (6.08 g), feed consumption (32.45 g), absolute growth rate (0.89 g/day), specific growth rate (1.00%), total biomass (811.35 g), feed conversion (2.5 g) and a survival rate of 100%, obtaining a gain of 389.21 and savings of \$229.31. By using 15% of cassava flour in the commercial feed, higher averages were obtained in the production parameters, and this level could be adapted to the feeding system of fish in intensive breeding. This treatment is more efficient, with greater palatability and higher profitability.

Keywords: Balanced, Growth, Diet, Fish, Production.

Resumo

A produção aquícola tornou-se uma das atividades pecuárias de mais rápido crescimento, é o quinto elo mais importante da aquicultura mundial, é uma espécie reprodutiva indiferenciada. O presente trabalho tem como objetivo avaliar os níveis de farinha de mandioca (*Manihot esculenta*) na dieta de alevinos de tilápia vermelha (*Oreochromis mossambicus*). Utilizando um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e 5 repetições com um total de 400 peixes, os mesmos foram divididos em 80 peixes por tratamento, 20 por repetição, cada tratamento consistiu na inclusão de farinha de mandioca a 0%, 5%, 10% e 15% na dieta, sendo que o tratamento que apresentou os maiores parâmetros foi o T3 (15% de inclusão de farinha de mandioca), com peso inicial (6.57 g), peso final (40,57 g), ganho de peso (6,08 g), consumo de ração (32,45 g), taxa de crescimento absoluto (0,89 g/dia), taxa de

crecimiento específico (1,00%), biomasa total (811,35 g), conversión alimentar (2,5 g) e uma taxa de sobrevivência de 100%, obtendo um ganho de 389,21 e uma economia de 229,31 dólares. Ao utilizar 15% de farinha de mandioca na ração comercial, foram obtidas médias mais altas nos parâmetros de produção, e este nível pode ser adaptado ao sistema de alimentação dos peixes em criação intensiva. Este tratamento é mais eficiente, mais palatável e mais rentável.

Palavras-chave: Equilibrado, Crescimento, Dieta, Peixes, Peixes, Produção

Introducción

La producción acuícola se ha convertido en una de las actividades pecuarias de mayor crecimiento a nivel mundial. Consiste en la explotación de pescado, marisco, cultivos hidropónicos, entre otros, utilizando técnicas de manejo diseñadas para aumentar la producción y proporcionar beneficios económicos. Alto nivel de productividad natural (Acebo et al., 2018). El cultivo comercial de tilapia en Ecuador se desarrolló debido a la aparición del virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV) que afectó la producción de especies acuícolas. En menos de diez años, la producción de tilapia roja en la costa ecuatoriana cubrió aproximadamente el 10% de los ingresos de Ecuador. El país ha alcanzado el décimo quinto lugar en exportación de pescado como la tilapia y el cuarto lugar en exportación de pescado, lo que brindará mejores ingresos a las familias ecuatorianas (Acebo et al., 2018). La tilapia, es el quinto eslabón más importante de la acuicultura a nivel mundial, es una especie reproductiva indiferenciada. Originaria de África y Asia (López et al., 2007), la tilapia roja pertenece a la familia Cichlidae. A nivel de exportación se destaca por su carne magra y blanca, y en países como Estados Unidos salmón del Atlántico es el pez con mayor exportación (Espejo & Torres, 2001).

Por otra parte, uno de los aspectos más importantes en la acuicultura son los requerimientos nutricionales que los peces necesitan para una producción óptima. Dado que gran parte de los peces con hábitos alimenticios omnívoros o ligeramente herbívoros, comen una variedad de alimentos, se vuelve imperativos en la búsqueda de fuentes alternativas, destinados a reducir los costos de los alimentos (4). Actualmente, la acuicultura presenta un déficit de alimentos de calidad y asequibles; así como metodologías adecuadas para lograr eficiencia en la alimentación y nutrición de la tilapia para satisfacer sus necesidades nutricionales. Los altos costos de los concentrados constituyen uno de los factores fundamentales para que la actividad acuícola sea cada día menos rentable, ante esta situación,

una de las demandas tecnológicas es adquirir conocimientos sobre el uso de materias primas alternativas, para la formulación de nuevas dietas comerciales e ingredientes no convencionales con el fin de reducir los altos costos de producción que demanda esta actividad.

La disponibilidad limitada de ciertos ingredientes puede elevar los precios de los alimentos balanceados para peces. Por ejemplo, si hay escasez de harina de pescado, harina de soja, maíz, aceite de pescado y otros componentes energéticos implica que los costos de la materia prima sean elevados. Los procesos de fabricación de alimentos balanceados para peces implican equipos especializados y tecnología, lo que puede resultar en costos de producción más elevados. Además, los gastos operativos y de mano de obra también pueden contribuir a los costos finales. Estos factores pueden afectar la disponibilidad y los precios de los alimentos para la acuicultura, lo que a su vez puede tener un impacto en la rentabilidad de la industria acuícola y en los productores de peces.

Algunas plantas contribuyen como eslabón importante dentro de las dietas de los peces, debido a que son fuente de aminoácidos y ácidos grasos que estos requieren para aumentar la crecimiento y desarrollo (5). En este sentido se destaca la harina de yuca (*Manihot esculenta*) que puede ser empleada como opción para poder disminuir los costos de producción y mantener la calidad del alimento. La harina de yuca es rica en carbohidratos, grasas y vitaminas requeridos por los peces para una buena producción (6). El uso de yuca ha demostrado ser efectivo para reducir la dependencia de cereales y leguminosas tradicionales en la producción de piensos pellets, sin afectar el crecimiento, reduciendo la dependencia de materias primas importadas y bajando los costos de producción, por lo que es económicamente viable, promoviendo la autosuficiencia en la acuicultura.

La yuca es un cultivo muy variado y ha sido motivo de estudio por algunos investigadores los cuales indican que es una especie con amplio potencial en la alimentación de peces como la Cachama, sin embargo en cultivos como la tilapia roja aún no hay estudios que certifiquen su efectividad, *Apolitano y Usquiano* (Apolitano & Usquiano, 2017), evaluaron la digestibilidad de la harina y el ensilaje (APD) de la harina y el ensilaje derivados de hojas de yuca indicando que la yuca tiene una mejor digestibilidad de las proteínas y puede utilizarse como materia prima en alimentos para bebés de *C. macropomum*. *Núñez y Tello* (Núñez & Tello, 2017), estudiaron el efecto de alimentar con diferentes niveles de proteína sobre el crecimiento y la composición corporal de juveniles de *Colossoma Macropomum* indicando que la harina de yuca es mucho más eficiente que la harina de pescado y la harina de plátano, para maximizar el crecimiento de los peces y se concluyó que las dietas con diferentes niveles de

proteína afectaron el crecimiento y la composición corporal de los juveniles de *Colossoma Macropomum*, gamitana.

Es por ello que la presente investigación tiene como objetivo evaluar los niveles de harina de yuca (*Manihot esculenta*) en la dieta de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*), debido al aumento de los precios de los insumos agrícolas ha creado problemas para los productores de tilapia, siendo el cultivo de yuca (*Manihot esculenta*) una alternativa sustentable ofreciendo varios beneficios y un valor agregado significativo tanto para el productor como para la diversificación de la producción agrícola como: alimento versátil, nutritivo, adaptable, generando diversos ingresos.

Metodología

Lugar de realización del experimento. La presente investigación se llevó a cabo en el Campus Experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo ubicado en el Km 7 ½ de la vía Quevedo- El Empalme, Provincia de Los Ríos, cuya situación geografía es de 1° 3’ 24’’ de latitud Sur y 79° 25’ 24’’ de longitud Oeste a una altura de 73 m.s.n.m. con 8 semanas de duración. La investigación hace énfasis a la cría de animales y al desarrollo innovador de la acuicultura.

Diseño experimental. La misma que contribuye a la investigación en agricultura, silvicultura y ganadería; su esencia es el desarrollo de sistemas de producción que promuevan el uso eficiente de los recursos genéticos. Se realizó un estudio experimental para evaluar el efecto de la harina de yuca sobre los parámetros de crecimiento en juveniles de tilapia roja. Utilizando un Diseño Experimental (DCA), el cual nos permitió obtener los resultados esperados, colocándolos en un software estadístico libre y usando como medida de comparación la prueba de Tukey ($P < 0.05$). La investigación estuvo conformada de 4 tratamientos y 4 repeticiones (jaulas cilíndricas de 1.5 m de altos y 60 cm de ancho), cada repetición estuvo conformada por 20 alevines de tilapia roja con un total de 320 alevines, alimentadas durante 8 semanas con inclusiones de Harina de Yuca en porcentajes de 0, 5, 10 y 15%.

Parámetros de calidad del agua. Temperatura (°C): 25 a 32, Oxígeno disuelto (mg/L): 5 a 9, pH (%): 6 a 9, Alcalinidad total (mg/L): 50 a 150, Dureza total (mg/L): 80 a 110, Calcio (mg/L): 60 a 120, Hierro (mg/L): 0.05 a 0.2, Fosfatos (mg/L): 0.15 a 0.2, Dióxido de carbono (mg/L): 5 a 10 (Saavedra, 2006).

Manejo del alimento.

Tabla 1.

Composición del Balanceado comercial Biomentos Tilapero con 32% de proteína.

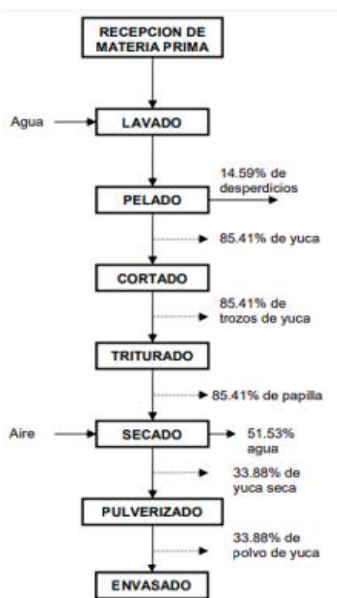
Componentes	Porcentaje (%)
Humedad	11
Proteína	32
Grasa	7
Fibra	5
Ceniza	11

Nota: Autores (2024)

Procedimiento para la elaboración de la harina de yuca. Para la elaboración de harina se procedió con la recepción de la materia prima, determinando el peso inicial y la cantidad requerida por cada uno de los tratamientos, para luego realizar el respectivo lavado, con abundante agua, para eliminar residuos de tierra e insectos, el pelado se realizó manual, con cuchillo en donde se eliminó la cáscara, cortando en trozos pequeños y uniformes, dejando secar al aire libre para luego realizar el triturado con la ayuda de un molino manual, secándolo al ambiente, para obtener una masa homogénea, que esté totalmente seca, luego se obtuvo el peso final de rendimiento, con la ayuda de una balanza analítica los diferentes niveles requeridos para cada tratamiento.

Figura 1

Diagrama de flujo del proceso de elaboración de harina de yuca.



Nota: Autores (2024)

Tabla 2.

Composición de la harina de la raíz de yuca cruda.

Componentes	Total
Energía (calorías):	361
Carbohidratos (g):	87.9
Proteína (g):	1.6
Grasas (g):	0.3
Fibra (g):	6.4
Hierro (g):	1.1
Magnesio (mg):	37
Calcio (mg):	65
Potasio (mg):	340
Fosforo (mg):	42

Nota: (Bolaños et al., 2015).

Variables evaluadas

Ganancia de peso (GP). Se evaluó el incremento de peso de los peces, en cada unidad experimental, teniendo como referencia el peso inicial (g). Para tal efecto se utilizó una balanza digital. **Consumo de alimento (CA).** El (CA) se calculó en base al alimento suministrado y consumido, considerando la tasa de alimentación prevista del 10%. **Biomasa (B).** La determinación de la biomasa se hace con la medida de peso más actualizada que se tenga, y se calcula a partir del número de peces presentes en el momento de realizarse el muestreo. **Tasa de crecimiento absoluto (TCA).** La relación expresa la ganancia de peso del organismo en gramos al día. **Tasa de crecimiento específicos (TCE).** Expresa el porcentaje de incremento en peso del organismo al día. **Porcentaje de supervivencia (SUP).** Indicador de resistencia de los organismos de manejo y al confinamiento expresados como porcentaje. **Conversión alimenticia (CA).** ganancia de peso obtenida a partir de una unidad de peso de alimento. Un valor de 1 indica un aprovechamiento perfecto del alimento para producir una unidad de biomasa corporal. Es la relación entre el alimento consumido (AC) y la ganancia de peso (GP). **Relación costo/beneficio.** Se dividió el beneficio neto obtenido y el costo total de la producción multiplicados por 100.

Resultados

Inclusión de harina de yuca (*Manihot esculenta*) en la dieta de alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*).

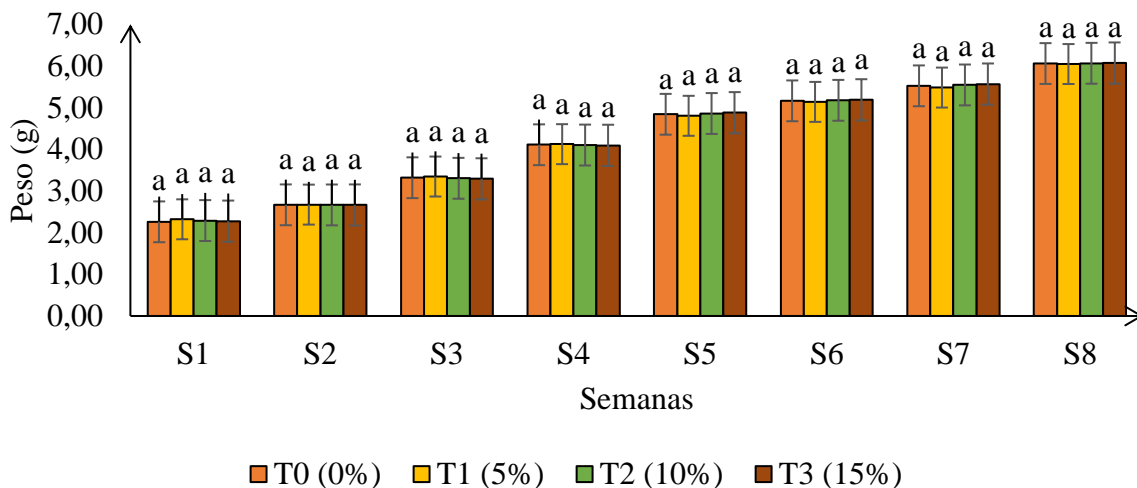
Se obtuvieron los valores resultantes y la toma de los parámetros biológicos de los alevines de tilapia roja; sometidos a análisis estadísticos, donde se destacan las mejores respuestas de los mínimos obtenidos para contrastar, según la (Tabla 3).

Ganancia de peso (g).

En esta variable evaluada se observó que, para la ganancia de peso, los alevines de tilapia roja empleando inclusiones de 0%, 5%, 10% y 15% de harina de yuca en tilapia roja según lo detallado en la Tabla 3. De acuerdo con el análisis de varianza, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), en la variable peso promedio (Figura 2), siendo el que encontró los valores más altos durante las 8 semanas de establecimiento de los peces en los estanques el tratamiento T3 (15% de inclusión de harina de yuca) con un incremento de peso de 6.08 g, seguido por el tratamiento T2, T1 y T0 (10, 5 y 0% de inclusión de harina de yuca) registrando un incremento de peso de 6.07 y 6.06 g.

Figura 2

Peso vivo de los alevines de tilapia roja al incluir harina de yuca como parte de la dieta del alimento comercial



Nota: Autores (2024)

Tabla 3.

Efecto de la inclusión de harina de yuca en dieta, sobre los parámetros productivos de alevines de tilapia roja durante 8 semanas.

Tratamiento	Variables productivas de los alevines de tilapia roja										F.C.A. (g)	SU P. (%)
	P. Inicial (g)	P. Final (g)	G.P. (g)	C.A. (g)	T.C.A.	T.C.E.	B.T. (g)					
T0 (0%)	6.25 ± 0.11 ^b	40.18 ± 0.11 ^c	6.06 ± 0.02 ^a	32.15 ± 0.09 ^b	0.86 ± 0.01 ^a	1.00 ± 0.01 ^a	803.67 ± 2.27 ^c	1.07 ^b	10.0			
T1 (5%)	6.46 ± 0.08 ^a	40.39 ± 0.08 ^b	6.06 ± 0.03 ^a	32.31 ± 0.06 ^a	0.86 ± 0.01 ^a	1.01 ± 0.01 ^a	807.79 ± 1.59 ^b	1.09 ^b	10.0			
T2 (10%)	6.52 ± 0.06 ^a	40.54 ± 0.04 ^b	6.07 ± 0.03 ^a	32.33 ± 0.03 ^a	0.87 ± 0.01 ^a	1.01 ± 0.01 ^a	810.85 ± 0.71 ^b	2.02 ^a	10.0			
T3 (15%)	6.57 ± 0.05 ^a	40.57 ± 0.08 ^a	6.08 ± 0.02 ^a	32.45 ± 0.07 ^a	0.89 ± 0.01 ^a	1.01 ± 0.01 ^a	811.36 ± 1.70 ^a	2.05 ^a	10.0			
C.V. (%)	1.25	0.20	0.44	0.21	0.63	0.54	0.21	0.38				

Nota: P.= Peso; G.P.= Ganancia de peso; C.A.= Consumo de alimento; T.C.A.= Tasa de crecimiento absoluto; T.C.E.= Tasa de crecimiento específica; B.T.= Biomasa total; F.C.A.= Factor de conversión alimenticia; SUP= Supervivencia; C.V.= Coeficiente de variación.

**Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05).*

Biomasa (B.)

En esta variable evaluada se puede observar que para la Biomasa total de los alevines de tilapia roja empleando inclusiones de 0%, 5%, 10% y 15% de harina de tilapia roja según lo detallado en la tabla 3. Según el análisis de varianza (ANOVA), se encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (p<0.05), cuyo valor más alto lo obtuvo el tratamiento T3 (15% de inclusión de harina de yuca) un promedio de 811.36 g, seguido de cerca por el tratamiento T2 (10% de inclusión de harina de yuca) con un promedio de 810.85 g, el tratamiento T1 (5% de inclusión de harina de yuca) registró un promedio de 807.79 g, a diferencia del T0 el cual presentó una biomasa final de 803.67 g, siendo este valor registró inferior a los tratamientos empleando inclusión de harina de yuca.

Consumo de alimento (CA)

El consumo de alimento (Tabla 3) fue proporcional a la biomasa total obtenida. Según el análisis de varianza (ANOVA), se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (p<0.05), siendo los valores más altos registrados los tratamientos T3, T2 y T1 los cuales obtuvieron alevines con un consumo de alimento de 32.45 g, 32.33 g y 32.31 g, a diferencia del T0 control, obtuvo un promedio en el consumo de alimento de 32.15 g.

Tasa de crecimiento absoluto (TCA),

Al observar la variable Tasa de crecimiento absoluto (Tabla 3), no se registró diferencias significativas entre los tratamientos ($p>0.05$), siendo las medias de los tratamientos similares, sin embargo, el tratamiento que se destacó más fue el T3 con una tasa de crecimiento absoluto de 0.89 g/día, seguido por los tratamientos T2, T1 y T0 los cuales presentaron una tasa de crecimiento de 0.87 y 0.86 g/día.

Tasa de crecimiento específico (TCE)

A los 56 días, según el análisis de varianza, no se reportaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($p>0.05$) (Tabla 3), siendo todos los tratamientos similares, sin embargo, se puede observar que los tratamientos T3, T1 y T0 presentaron una tasa de crecimiento de 1.01, mientras que el T2 registró una tasa de crecimiento específica de 1.00.

Conversión alimenticia (CA)

De acuerdo con el análisis de varianza, se registró diferencias significativas entre los tratamientos ($p<0.05$) (Tabla 3), siendo el tratamiento que registró una mayor conversión de alimento el T3 y T2 (15 y 10% de inclusión de harina de yuca) con un promedio de 2.5 y 2.2 g, a diferencia del T1 y T0 los cuales obtuvieron una conversión alimenticia de 1.9 y 1.7 g.

Supervivencia (SUP)

El porcentaje de supervivencia el cual se encuentra previamente detallado en la (Tabla 3), muestra una tasa de supervivencia del 100% entre los cuatro tratamientos por ende no representan diferencias significativas ($p>0.05$), por lo tanto, no existió mortalidad dentro de los tratamientos.

Relación costo/beneficio

La ficha de costo de producción de yuca se muestra en la tabla 4. Se tomaron en cuenta los elementos de gastos como: Recolección de la planta, construcción de estanques (tierra), agua, cosecha, fertilizante, secado y molinado de la planta, energía, salario básico, vacaciones, seguridad social y la depreciación. Se observa que el costo para producir una tonelada de harina de yuca es de 119.25 USD, lo que indica la factibilidad económica de este alimento. Esto se debe a que no se invierte en la compra de la semilla, aspecto que minimiza el gasto al cosechar la yuca del medio natural, los gastos en la siembra y cosecha son bajos.

Tabla 4.

Ficha de costo de la producción de yuca.

Insumos	USD
Recolección y siembra	2.5
Construcción de estanque	25
Agua	6.5
Cosecha de yuca	65.25
Energía	3.5
Salario básico	12
Vacaciones	1
Seguridad social	1
Depreciación	2.5
Costo total de una tonelada	119.25

Nota: Autores (2024).

Este valor está muy por debajo de los precios actuales de los granos, cereales y oleaginosas ricos en proteína que se comercializan en el mercado internacional, lo cual justifica su producción por pequeños y medianos productores. En la tabla 5, se muestra los costos de los diferentes tratamientos siendo el tratamiento con mayor costo el T0 el cual fue de \$ 289.5 a diferencia de los tratamientos con inclusión de harina de yuca los cuales obtuvieron un costo mucho menor.

Tabla 5.

Costos de producción de los tratamientos en estudio.

Indicadores	Harina de Yuca (%)			
	0	5	10	15
	USD	USD	USD	USD
MATERIAS PRIMAS	250	230	210	200
Subtotal	250	230	210	200
Fuerza de trabajo				
Salario	15	15	15	15
Vacaciones	2.5	2.5	2.5	2.5
Contribución a la seguridad social	1.5	1.5	1.5	1.5
Impuesto útil de la Fuerza de trabajo	2.5	2.5	2.5	2.5
Alimentación – estimulación	3.5	3.5	3.5	3.5
Subtotal	25	25	25	25

Energía				
Electricidad	6.5	6.5	6.5	6.5
Combustible	2.5	2.5	2.5	2.5
Subtotal	9	9	9	9
Gastos indirectos	3.5	3.5	3.5	3.5
Gastos generales y de administración	2	2	2	2
Subtotal	5.5	5.5	5.5	5.5
TOTAL	289.5	269.5	249.5	239.5

En la siguiente (Tabla 6), se muestra la relación costo beneficio para la producción de una tonelada de dieta, lográndose un ahorro en USD con un 15% de inclusión de harina de yuca de 229.31.

Tabla 6.

Relación Costo/Beneficio en relación con los niveles de inclusión de harina de yuca suministrados a los alevines de tilapia roja.

Dietas	Costo	FCA	Costo / kg de	Ahorro
Alevines (%)	USD		tilapia roja (USD)	USD/kg
0	289.5	1.7	385.76	
5	269.5	1.9	387.74	133.54
10	249.5	2.5	389.45	160.12
15	239.5	2.2	389.21	229.31

Nota: Autores (2024).

Discusión

Duran y Schrunder (Duran & Schrunder, 2021), evaluaron la inclusión de harina de moringa al 10 y 20% en alevines de tilapia roja obtuvieron una ganancia final de peso de 6.07 g y 2.11 g, dichos promedios fueron similares en donde al evaluar la inclusión de harina de yuca al 10% obtuvo una inclusión ganancia de peso de 6.07 g. *Guerrero* (Guerrero, 2015), al incorporar harina de Colacasia en la dieta de tilapia gris obtuvo como ganancia de peso un promedio de 5.13 g, dicho promedio fue inferior a los valores registrados en la presente investigación en donde al incorporar harina de yuca se obtuvo una mayor ganancia de peso. *Yépez y Medina* (7), indica que al incorporar cascarilla de cacao 12% en la alimentación de tilapia roja obtuvo como resultado un promedio en la ganancia de peso de 24.05 g, dicho valor

es inferior que lo postulado en los resultados previamente descritos en la Tabla 11. *Aguinaga* (Aguinaga, 2019), en su investigación estudió la inclusión de harina a base de semilla y pulpa de guaba al 15% en la alimentación de tilapia negra, obteniendo una ganancia de peso de 97 g.

Según *Nicovita* (Nicovita, 2005), el consumo de alimento de un cultivo intensivo de especies como la tilapia roja, está relacionada por 2 factores la edad y peso corporal de la especie, en sus hallazgos destino un porcentaje de consumo de alimento para cada edad de especies como la tilapia. *Molina* (Molina, 2018), estudiando la curva de crecimiento mediante la implementación de 3 niveles de proteínas en sistema de biofloc obtuvo un consumo de alimento a los 56 días de 112 g. *Verastegui et al.* (Verástegui et al., 2009), empleado harina de maca al 0, 5, 10 y 15% en alevines de tilapia obtuvo un consumo final de alimento de 73 g, dicho promedio fue inferior al planteado en la presente investigación al incorporar 15% de harina de yuca se obtuvo un consumo de alimento final de 32.45 g.

Verastegui et al. (Verástegui et al., 2009), Al evaluar la harina de maca obtuvo un crecimiento absoluto de 0.89 al incorporar 15% de harina en la dieta de los alevines de tilapia. *Pereira et al.* (Pereira Junior et al., 2013), Al estudiar el comportamiento productivo de los alevines de Tambaqui alimentado con sustituto de maíz, harina de yuca, obteniendo una tasa de crecimiento diario de 1.91 siendo esta mayor que la reportada en la presente investigación empleando 20% de la harina de yuca.

Vásquez et al. (Verástegui et al., 2009), indica que muchas veces los subproductos como la harina de yuca, soya, banano no permiten a las especies acuícolas expresar todo su potencial de crecimiento, no están formulados con base en las cualidades digestivas de las especies. *Moposita* (Moposita, 2021), mediante la evaluación de la inclusión harina de banano en dietas de tilapia mostro en su investigación una tasa de crecimiento específica empleando una inclusión de 10% de harina de banano una tasa de 0.79% siendo este relativamente bajo a diferencia de incorporar harina de yuca la cual al emplear 10% de la harina se obtiene una tasa de crecimiento mayor.

Rincón et al. (Rincón et al., 2012), al sustituir la cascarilla de café por la espirulina obtuvo un factor de conversión de 2.0. *Moposita* (Moposita, 2021), mediante la inclusión de 10% de harina de banano obtuvo un factor de conversión alimenticia de 1.26. *Pereira et al.* (Pereira Junior et al., 2013), al incorporar la harina de yuca para como alimento obtuvieron una conversión alimenticia de 1.01.

Verastegui et al. (Verástegui et al., 2009), Obtuvo una tasa de supervivencia de 96% al momento de adicionar dosis de harina de maca en alevines de tilapia. *Peters et al.* (Peters et

al., 2004), al incorporar harina de Linaza obtuvo una supervivencia de 89%. *Pereira et al.* (Pereira Junior et al., 2013), al adicionar concentración de harina de yuca en alevines de Tambaqui obtuvo una tasa de supervivencia del 100%.

Aguinaga (Aguinaga, 2019), mediante la inclusión de harina de semillas y pulpa de guaba en la alimentación de tilapia negra presentó un total de 15 dólares. *Amaguaya* (Amaguaya, 2022), al evaluar dos tipos de balanceados comerciales en la etapa de alevinaje de la trucha arco iris obtuvo una ganancia de 430 dólares y una relación costo/beneficio de 1.23 dólares por cada dólar invertido. *Fares* (Fares, 2022), al estudiar la harina de papa china como alimento para alevines de tilapia roja obtuvo una ganancia de 13.06 dólares obteniendo una relación costo/beneficio de 1.47 dólares por cada dólar invertido. *Botello et al.* (Botello-León et al., 2022), evaluó el efecto del palmiste en la nutrición de alevines de tilapia obteniendo una relación costo beneficio de 1.08 dólares. *Chillo* (Chillo, 2022), mediante la alimentación con hortalizas y concentrados en tilapia roja obtuvo una utilidad de 669 dólares por cada ciclo generando una relación costo beneficio de 1.06 dólares.

Conclusión

Durante el estudio de los parámetros productivos, se mostró diferencias significativas, siendo el tratamiento con mayor incremento en los parámetros productivos el T3 (15%), registrando alevines de tilapia roja con mayor peso (40.57 g), ganancia de peso (6.08 g), consumo de alimento (32.45 g), tasa de crecimiento tanto absoluta (0.89 g/día) y específica (1.01%), biomasa (811.35 g) y una mayor conversión alimenticia (2.5 g). siendo la inclusión de harina de yuca al 15% ideal para mejorar los parámetros productivos de los alevines de tilapia roja.

La tasa de supervivencia de los tratamientos evaluados fue del 100%, durante los 56 días de establecimiento del trabajo de campo, indicando que de los 80 alevines todos sobrevivieron, dejando un margen de mortalidad del 0%.

A través del análisis económico se comprobó que el tratamiento con mayor rentabilidad es el T3 (15%).

Referencias bibliográficas

- Acebo, M., Álvarez, M., Marcill, F., Rodríguez, J., Menéndez, S., & Quijano, J. (2018). Estudios Industriales Orientación Estratégica para la toma de decisiones: Industria de Acuicultura. In M. Acebo (Ed.), *ESPAE (Escuela Superior Politécnica del Litoral)*. © ESPAE- ESPOL.
- Aguinaga, G. (2019). *Inclusión parcial de harina a base de semilla y pulpa de guaba (Inga spp.) en la alimentación de tilapia negra (Oreochromis niloticus) en la etapa de engorde en el sector Santa Cecilia, parroquia Lita* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9430/4/03%20AGP%20245%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>
- Amaguaya. (2022). *Evaluación de dos tipos de balanceados comerciales para la etapa de alevinaje de la trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) en la parroquia río negro del cantón Baños, provincia de Tungurahua*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18128/1/17T01821.pdf>
- Apolitano, P., & Usquiano, A. (2017). *Digestibilidad aparente de la proteína de harina y ensilado de hojas de Manihot esculenta en alevines de Colossoma macropomum*. Universidad Nacional del Santa.
- Bolaños, M. (2015). *Evaluación del uso e alimentos alternativos en el pre engorde y engorde de tilapia roja (Oreochromis sp.) en la comunidad de Playa Rica- Noroccidente de Pichincha*. Escuela Politecnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/12612/1/CD-6671.pdf>
- Bolaños, M., Erazo, H., & Vera, E. (2015). *Evaluación del uso de alimentos alternativos en el pre-engorde y engorde de tilapia roja (Oreochromis sp.) en la comunidad de Playa Rica. Noroccidente de Pichincha*. Escuela Politécnica Nacional.
- Botello, A., Pérez, K., Cisneros, M., & Botello, A. (2014). Presecado del ensilaje de pescado con harina de yuca como alimento para peces de agua dulce. *Revista Granma Ciencia*, 18(1), 1–5. https://www.researchgate.net/profile/Aroldo-Botello-Leon/publication/350018304_Co-drying_fish_silage_with_cassava_meal_as_food_for_freshwater_fish/links/604b92c9299bf13c4f00fda5/Co-drying-fish-silage-with-cassava-meal-as-food-for-freshwater-fish.pdf
- Botello-León, A., Martínez-Aguilar, Y., Viana, M. T., Ortega-Ojeda, M., Morán-Montaña, C., Pérez-Corría, K., Méndez-Martínez, Y., & Velázquez-Martí, B. (2022). Efecto del palmiste en la nutrición de alevines de tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Revista MVZ Córdoba*, 27(2), e2527. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2527>
- Chillo, O. (2022). *Efecto de la alimentación semiorgánica (Hortalizas + Concentrado) sobre productividad y calidad de la carne en truchas Arcoiris (Oncorhynchus mykiss)*. Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/38746/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf>

- Duran, A., & Schrunder, E. (2021). *Inclusión de una fuente proteica (Moringa oleifera) bioestimulada en tilapia roja (Oreochromis spp.)* [Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/32aa45d3-ee00-4945-b1b8-c768215352d9/content>
- Espejo, C., & Torres, E. (2001). *Cultivo de las tilapias roja (Oreochromis spp.) y plateada (oreochromis nilotus)*. Repositorio Digital AGROSAVIA. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19713/65031_27477.pdf?sequence=1
- Fares, M. (2022). *Elaboración de balanceado a partir de Papa china (Colocasia esculenta) para tilapia roja (Oreochromis sp) en la etapa de engorde*. Universidad Nacional de Chimborazo. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/10084/1/2.%20TESIS_FARES%20MISHEL-ELABORACION%20DE%20UN%20BALANCEADO.pdf
- Guerrero, G. (2015). *Comportamiento productivo en la engorda de tilapia gris alimentadas con dietas a base de Colocasia esculenta en el Puyo Ecuador*. Universidad Técnica de Ambato.
- López, C., Carvajal, D., & Botero, M. (2007). Masculinización de tilapia roja (*Oreochromis spp*) por inmersión. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(3), 318–326.
- Molina, D. (2018). *Curva de crecimiento en alevines de vieja colorada (Cichlasoma festae) con 3 niveles de proteína, en biofloc* [Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/03b281e9-e12b-46f3-883c-f91a410e3fa5/content>
- Moposita, D. (2021). *Inclusión de harina de banano (Musa paradisiaca) en la dieta sobre los parámetros productivos y la calidad de la carne (Oreochromis spp)* [Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/35d631b8-02f0-4de8-b019-a3c71dc05fd8/content>
- Nicovita. (2005). *Manual de Crianza de Tilapia Nicovita*.
- Núñez, S., & Tello, J. (2017). *Efecto de dietas con diferentes niveles proteicos en el crecimiento y composición corporal de alevines de colossoma macropomum (serrasalminidae) gamitana cultivados en estanques*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA.
- Pereira Junior, G. P., Pereira, E. M. de O., Filho, M. P., Barbosa, P. de S., Shimoda, E., & Brandão, L. V. (2013). Comportamiento productivo de juveniles de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) alimentados con dietas que contienen harina cruda de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz) en reemplazo de maíz (*Zea mays*). *Acta Amazonica*, 43(2). <https://doi.org/10.1590/S0044-59672013000200013>
- Peters, R., Rodríguez, S., Hernández, H., Mejías, D., & León, A. (2004). Determinación del Nivel Óptimo de Sustitución de la Harina de Pescado por Harina de Hidrolizado de Plumas en el Alimento para Tilapia Roja, *Oreochromis Sp*. *Ciencia*, 12(1).
- Rincón, D., Velazquez, H. A., Dávila, M. J., Semprun, A. M., Morales, E. D., & Hernandez, J. L. (2012). Niveles de sustitución de harina de pescado por harina de *Arthrospira* (=Spirulina) maxima, en dietas experimentales para alevines de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 245.

- Saavedra, M. (2006). Manejo del cultivo de tilapia. In *Coastal Resources Center*.
- Velasco, J., & Gutiérrez, M. (2019). Nutritional aspects of freshwater ornamental fish. *Revista Politécnica*, 15(30), 82–93.
- Verástegui, A., Vargas, J., & Loo, T. (2009). Uso de la harina de maca (*Lepidium peruvianum* G. Chacón) como insumo de la dieta de alevines de tilapia roja (*Oreochromis* spp.), criadas en condiciones de laboratorio. *Anuales Científicos UNALM*, 70(4), 66–72.
- Yépez, J., & Medina, M. (2021). “Inclusión de harina de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la dieta: sobre los parámetros productivos y la calidad de la carne (*Oreochromis* spp).” In *Repositorio Digital UTEQ*.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6150/1/T-UTEQ-116.pdf>