

EVALUACIÓN ZOOTÉCNICA DE ALEVINOS DE TILAPIA ROJA *Oreochromis sp* SUPLEMENTADOS CON BOTÓN DE ORO *Tithonia diversifolia*

Hermes Rafael Pineda Santis¹, María Camila Giraldo Soto², Wilinton Pabón Estrada³, Octavio Augusto López de Mesa Torres⁴, Verónica Marcela Calderón Bedoya⁵

¹Maestría en Biología. Docente Asociado. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. hrpineda@elpoli.edu.co

²Ingeniera Agropecuaria. Independiente.

³Ingeniero Agropecuario (c). Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

⁴Bacteriologo Laboratorista. Docente de cátedra. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

⁵Maestría en Gerencia de Empresas Pecuarias (c). Docente de cátedra. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.

¹Grupo de Investigación en Sistemas Agrarios Sostenibles. Línea Acuicultura, Pesca y Conservación de Recursos Hidrobiológicos. Facultad de Ciencias Agrarias

^{2, 3, 4, 5}Grupo de Investigación en Biotecnología Animal. Facultad de Ciencias Agrarias.

RESUMEN

El objetivo general fue evaluar los parámetros zootécnicos de alevinos de tilapia roja *Oreochromis sp*, en etapa de levante, suplementados con botón de oro *Tithonia diversifolia*. El ensayo se realizó en el laboratorio del Centro Experimental Piscícola en San Jerónimo, Antioquia (Colombia). Los 135 alevinos fueron colectados y ubicados en nueve acuarios de 63 L de agua. Se evaluaron T1 – suplementación 15%, T2 - suplementación 20% y un Control - sin suplementación, durante seis semanas. El número de alevinos, los pesos y tallas, inicial y final, y los parámetros fisicoquímicos del agua fueron registrados y evaluados estadísticamente. Los resultados mostraron una diferencia significativa ($p < 0.05$) para T2 respecto a T1 y Control. Mayor Peso y Talla final (1.0 ± 0.4 g y 3.9 ± 0.4 cm), $K > 1$, $TEC = 2.1$ %/día y sobrevivencia (100%). Los parámetros fisicoquímicos del agua estuvieron dentro de los valores promedio óptimos de temperatura ($\bar{X} = 25.0 \pm 0.3$ °C), nivel de oxígeno ($\bar{X} = 7.0 \pm 1.3$ mg/L) y pH ($\bar{X} = 7.8 \pm 0.3$).

Palabras clave: Alternativa vegetal; crecimiento, suplementación de peces.

Recibido: 10 de Febrero de 2023. Aceptado: 10 de marzo de 2023
Received: February 10, 2023. Accepted: March 10, 2023



ZOOTECNICAL EVALUATION OF RED TILAPIA FINGERLINGS *Oreochromis sp* SUPPLEMENTED WITH BUTTERCUP *Tithonia diversifolia*

ABSTRACT

The general objective was to evaluate the zootechnical parameters of red tilapia fingerlings *Oreochromis sp*, in the rearing stage, supplemented with buttercup *Tithonia diversifolia*. The trial was carried out in the laboratory of the Centro Experimental Piscícola in San Jerónimo, Antioquia (Colombia). The 135 fingerlings were collected and placed in nine aquariums of 63 L of water. T1 - 15% supplementation, T2 - 20% supplementation and a Control - without supplementation, were evaluated for six weeks. The number of fingerlings, the initial and final weights and sizes and the physicochemical parameters of the water were recorded and statistically evaluated. The results showed a significant difference ($p < 0.05$) for T2 compared to T1 and Control. Greater final weight and height (1.0 ± 0.4 g and 3.9 ± 0.4 cm), $K > 1$, $TEC = 2.1$ %/day and survival (100%). The physicochemical parameters of the

water maintained the optimal average values of temperature ($\bar{X}=25.0\pm 0.3$ °C), oxygen level ($\bar{X}=7.0\pm 1.3$ mg/L) and pH ($\bar{X}=7.8\pm 0.3$).

Keywords: *Vegetal alternative, fish supplementation, Growth.*

Cómo citar este artículo: Pineda-Santis, H.R., Giraldo-Soto, M.C., Pabón-Estrada, W., López de Mesa-Torres, O.A., Calderón-Bedoya, V.M. (2023). "Evaluación zotécnica de alevinos de tilapia roja *Oreochromis sp* suplementados con botón de oro *Tithonia diversifolia*", *Revista Politécnica*, 19(37), 151-159. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v19n37a11>

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una de las actividades pecuarias de mayor crecimiento en Colombia, con una producción de 174 067 Ton/año y de 3,3% en el PIB agropecuario, siendo la tilapia el principal cultivo (58%) con potencial para el tanto mercado local como internacional, con una participación productiva significativa en los departamentos de Huila, Meta y Tolima [1].

El uso de concentrados comerciales para la alimentación de peces representa una alta proporción de los costos totales de producción, por lo que es importante ofertar dietas balanceadas a partir de otras fuentes alimenticias [2, 3]. La escasez de harina de pescado ha aumentado el precio en los alimentos balanceados, intensificando la búsqueda de una producción económicamente viable, reemplazando algunos insumos con ingredientes vegetales como la soya y sus derivados, facilitando así el crecimiento de la industria [4]. Las materias primas de origen vegetal como fuentes de proteína, para mejorar las dietas y al mismo tiempo la rentabilidad, están en la mira de los productores piscícolas en muchas regiones del mundo.

El botón de oro *Tithonia diversifolia*, es usada en la nutrición animal por su contenido de proteína bruta 22-25%, es una planta originaria de Centroamérica que ofrece buenos parámetros productivos [5]. Los insumos destinados a la alimentación de los peces deben contar con ciertas características físicas cruciales como estabilidad en el agua, durabilidad, dureza y control de la flotabilidad, esto con el fin de evitar la abrasión y fragmentación del pellet, garantizando un buen sistema de alimentación [6].

La tilapia roja *Oreochromis sp*, es un híbrido de aguas cálidas tropicales, de crecimiento acelerado en condiciones óptimas que mejoran la productividad con un manejo integral [7]. El conocimiento de las materias primas alternativas para la formulación de dietas comerciales, está definida en las demandas tecnológicas establecidas en la Agenda Nacional de Investigación en Pesca y Acuicultura en Colombia [8], por lo que es necesaria una mayor profundización en este tema. En consecuencia, este trabajo evaluó los parámetros zotécnicos de alevinos de tilapia roja *Oreochromis sp*, suplementados con dos porcentajes de botón de oro *Tithonia diversifolia*.

MATERIALES Y METODO

El ensayo se realizó en el Laboratorio del Centro Experimental Piscícola del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid en San Jerónimo (Antioquia) (6°26'44.88" N, 75°43'55.42" W). Se utilizó un total de 135 alevinos en etapa de levante, con un peso y talla promedio 0,5 g y 3.2 cm, respectivamente, distribuidos en nueve acuarios, cada uno con un volumen efectivo de 63 L. Los alevinos fueron monitoreados durante seis semanas. El pesaje de los alevinos, cada 15 días y del alimento diario, se realizó en una balanza de precisión OHAUS® PA3102 (EEUU).

El botón de oro *Tithonia diversifolia* sembrado en predios del Centro Experimental Piscícola en San Jerónimo (Antioquia), fue cortada a una altura de 35 cm por encima del suelo, luego de un descanso de 25 días. Se cortaron hojas y tallo, garantizando la no llegada al periodo de floración para evitar las pérdidas protei-

cas. La muestra fue llevada al Laboratorio de Nutrición Animal del Centro de Laboratorio del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid en Bello, en donde el material fue secado, cortado y molido para determinar los parámetros de composición bromatológica, siguiendo el protocolo establecido por Henneberg y Stohmann [9].

Se empleó el método del cuadrado de Pearson para realizar el balance nutricional, de manera que la suplementación con el botón de oro *Tithonia diversifolia* no afectara el total de proteína aportada por el alimento concentrado, garantizando la cantidad necesaria. En consecuencia, se ofrecieron las siguientes cantidades (Tabla 1).

Tabla 1. Cantidad de concentrado comercial y botón de oro *Tithonia diversifolia* suministrado en los dos tratamientos.

	Tratamiento 1 (15%)	Tratamiento 2 (20%)	Control
Biomasa (g)	19	18	18
Alimento 10% (g)	1,9	1,8	1,8
Botón de Oro (g)	0,29	0,36	0

Biomasa = Número de animales * Peso promedio de los animales

Los parámetros fisicoquímicos del agua (nivel de oxígeno, temperatura y pH), fueron tomados con un medidor de bolsillo combo pH & EC, HI98129 (HANNA®), y el oxígeno disuelto fue medido dos veces por semana con el kit comercial HANNA® instruments, HI3810 (Romania). Los acuarios generaron una baja turbidez asociada a desechos y restos del material vegetal, por lo que se realizó una limpieza semanal, por sifoneo, de los restos depositados en el fondo de los acuarios. Asimismo, se realizaron dos tratamientos preventivos con sal marina Montemar®, al inicio y final del ensayo.

Con los datos del Peso y Talla, inicial y final, como variables de respuesta, se obtuvo la estadística descriptiva y se realizaron los siguientes cálculos:

Correlación lineal de Pearson, con las variables Peso – Talla, para conocer el grado de asociación de las dos variables, cumpliendo con los supuestos para el análisis.

Regresión Lineal Simple, considerando las variables Peso – Talla, para establecer un valor predictivo de crecimiento con mayor exactitud.

El Factor de Condición mediante el índice K de Fulton [10] para determinar el grado de bienestar del animal con relación al ecosistema en el que vive, considerando lo siguiente: cuando K=1, significa que el individuo se encuentra en condiciones óptimas de crecimiento y se categoriza como un pez normal; cuando K>1 significa que el individuo posee una excelente condición con respecto al peso, implicando que dentro del ecosistema que habita hay abundancia de alimento; y si K<1, significa que el individuo posee una baja condición con respecto al peso, lo que implica que no hay suficiente alimento disponible y posiblemente, está siendo afectado por factores externos, los cuales influyen en su alimentación y comportamiento [11].

La fórmula es:

$$k = \frac{P}{L^3} \times 100 \quad (1)$$

Donde P = Peso corporal húmedo (g)

L = Longitud (cm)

La relación Longitud - Peso es una regresión potencial que relaciona una medida lineal (Longitud) con una de volumen (Peso), calculando los valores de *a* y *b* de la ecuación $W=aL^b$, donde *W* es el peso total en gramos y *L* la longitud en centímetros. Debido a que la longitud es una magnitud lineal y el peso es igual al cubo de la talla, si un individuo mantiene su forma al crecer, entonces el crecimiento es isométrico (*b*=3). Cuando *b*>3, los individuos de mayor talla han incrementado su peso en mayor proporción que su longitud, presentando crecimiento alométrico positivo. En cambio, cuando *b*<3, los individuos incrementan preferencialmente su longitud relativa más que su peso. Se consideran animales con crecimiento isométrico las que fluctúan dentro de los valores *b* = 2.5 y *b* = 3.5 [12].

Tasa Específica de Crecimiento establece el grado de crecimiento (porcentaje/día) de los animales en observación, calculada con la siguiente formula:

$$TEC = ((Ln \text{ Peso final} - Ln (\text{Peso inicial}) / \text{Tiempo}) * 100 \quad (2)$$

$$\text{El porcentaje de Supervivencia} = (\text{Número de animales inicial} / \text{Número de animales final}) * 100 \quad (3)$$

El diseño experimental fue por bloques al azar con tres tratamientos (suplementación con 15%, 20% y Control) y tres repeticiones por tratamiento, donde se tomaron 15 alevinos/acuario para un total de 45 alevinos/tratamiento. Los datos por variable y de los parámetros fisicoquímicos del agua por tratamiento fueron verificados para el supuesto de Normalidad, utilizando la prueba Shapiro-Wilk con un nivel de significancia de *p*<0.05. En el caso del cumplimiento del supuesto de Normalidad, se obtuvo la estadística descriptiva. Además, se estableció la diferencia de medias mediante la Prueba de Tukey. En caso de no cumplimiento, se aplicó la prueba de Mann-Whitney. Todos los datos fueron registrados en la aplicación de Excel y procesados mediante el paquete estadístico PAST®. Los resultados fueron presentados con el número de individuos considerados, el promedio o la media aritmética con una desviación estándar y el coeficiente de variación. ¿Cómo son mostrados los datos? Media ± SD o SEM? Especificar

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La demanda de materias primas convencionales para la fabricación de concentrado comercial, hizo que los productores buscaran alternativas rentables y sustentables en el tiempo. Es así como la pandemia, por Covid-19, acarrió repercusiones en el comportamiento de los consumidores y reveló la fragilidad de los sistemas alimentarios acuáticos [13], evidenciando la búsqueda de materias primas alternativas dentro del territorio nacional.

Los resultados obtenidos en el laboratorio mostraron que, el botón de oro *Tithonia diversifolia* presentó un alto valor proteico, evidenciando su potencial nutricional y un bajo porcentaje de cenizas, que le permitiría una degradación apropiada en el sistema digestivo del pez y una buena absorción a nivel del tracto gastrointestinal (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación del bromatológico de botón de oro *Tithonia diversifolia* y concentrado comercial.

	Materia Seca (%MS)	Humedad (%H)	Proteína cruda (%PC)	Fibra Cruda (%FC)	Cenizas Totales (%CZ)	Extracto Etéreo (%EE)
Botón de oro Alimento comercial	16,1	83,9	26,1	46,1	2,3	3,9
	87	13	45	6	15	6

El botón de oro *Tithonia diversifolia* es una buena opción por su amplia adaptabilidad agroecológica y tolerancia a las precipitaciones, que la hacen muy apropiada para la suplementación en dietas animales por su alto valor nutricional y una elevada cantidad de biomasa comestible [14]. Tiene altos niveles de nitrógeno y fósforo con bajos contenidos de fenoles y taninos y una elevada degradabilidad de la materia seca por lo que puede utilizarse para la alimentación de monogástricos [15].

La estadística descriptiva mostró los pesos y tallas homogéneos ($p > 0.05$) al inicio, pero hubo una diferencia significativa ($p < 0.05$) al final del ensayo (Tabla 3), lo que sugirió un beneficio del consumo vegetal. El Peso final mostró una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el T2 (1.0 ± 0.4 g) y T1 (0.9 ± 0.4 g) y el Control (0.9 ± 0.5 g) (Figura 1). De igual manera, la Talla final T2 (3.9 ± 0.6 cm) fue mayor que T1 (3.8 ± 0.4 cm) y el Control (3.7 ± 0.4 cm) (Figura 2).

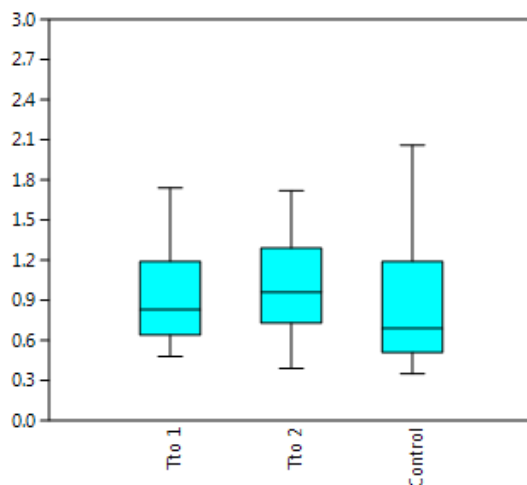


Figura 1. Pesos finales de los alevinos de tilapia roja *Oreochromis sp* suplementados con botón de oro *Tithonia diversifolia*. Tto 1 (15% inclusión); Tto 2 (20% inclusión); Control (sin inclusión). Valores mostrados como mínimo y máximo y cuartiles Q1, Q2 (mediana) y Q3.. n=45.

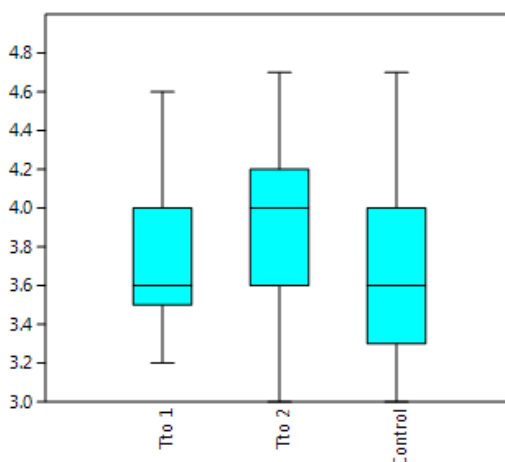


Figura 2. Tallas finales de los alevinos de tilapia roja *Oreochromis sp* suplementados con botón de oro *Tithonia diversifolia*. Tto 1 (15% inclusión); Tto 2 (20% inclusión); Control (sin inclusión). Valores mostrados como mínimo y máximo y cuartiles Q1, Q2 (mediana) y Q3. n=45. obtenidos durante el ensayo.

Se han realizado pruebas de inclusión de botón de oro *Tithonia diversifolia* en otras especies de peces, para conocer el grado de digestibilidad en cachama blanca *Piaractus brachypomus* reclasificado *P. Orinoquensis* [2, 16, 17] y tilapia nilótica [18], con porcentajes de inclusión de 30% para una digestión eficiente y excelente respuesta zootécnica.

Tabla 3. Estadística descriptiva y parámetros zootécnicos en alevinos de tilapia roja *Oreochromis sp* suplementados con botón de oro *Tithonia diversifolia* durante seis semanas. Valores mostrados como media Promedio \pm Desviación Estándar y Coeficiente de variación. n=45

Criterios	Tratamiento 1 (15%)		Tratamiento 2 (20%)		Control	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
n	45	45	45	45	45	43
$\bar{X} \pm DE$ (Peso – g)	0.6 \pm 0.1	0.9 \pm 0.4 ^a	0.6 \pm 0.1	1.0 \pm 0.4 ^b	0.6 \pm 0.1	0.9 \pm 0.5 ^a
$\bar{X} \pm DE$ (Talla – cm)	3.3 \pm 0.2	3.8 \pm 0.4 ^a	3.1 \pm 0.2	3.9 \pm 0.4 ^b	3.0 \pm 0.1	3.7 \pm 0.6 ^a
CV (Peso – g)	11	40	11	35	10	42
CV (Talla – cm)	5	12	5	10	4	15
Correlación lineal Pearson	0.56 ^{***}	0.95 ^{***}	0.66 ^{***}	0.87 ^{***}	0.36 [*]	0.88 ^{***}
Regresión lineal simple	Peso=-2.1+0.8(Talla)		Peso=-1.9+0.8(Talla)		Peso=-1.8+0.7(Talla)	
Factor de Condición K de Fulton	1.7	1.6	2.0	1.7	2.2	1.8
Relación Longitud – Peso	1.5	3.2	2.2	3.0	1.9	3.1
Tasa Específica de Crecimiento (%/día)	1.6 ^a		2.1 ^b		1.6 ^a	
Sobrevivencia (%)	100	100	100	100	100	96

Letras distintas indican diferencias significativas entre columnas ($p < 0.05$)

Los valores de correlación lineal Peso–Talla, presentaron en promedio, un rango moderado ($r_{(x)}=0.52$) al inicio, y muy alto ($r_{(x)}=0.90$) al final, siendo todos significativos ($p < 0.05$), con un crecimiento homogéneo (Tabla 3). Lo anterior, sugiere un cambio en la transición entre las dos etapas, de reversión, un ambiente abierto y aleatorio, a otro de prelevante con variables controladas. Las correlaciones son estimaciones constantes entre especies, mostrando valores generalmente altos y positivos, como sugirieron Bernal y Gallego [19] en un estudio realizado en yamú *Brycon amazonicus*, en donde las correlaciones incrementaron en función de la edad.

Las regresiones lineales Peso – Talla, al final del ensayo, fueron significativas ($p < 0.05$) con una alta capacidad de predicción (Tabla 3). La eficacia de la predicción está basada en el mantenimiento de las condiciones de cultivo y el manejo sanitario apropiado, acompañado de una balanceada alimentación durante las etapas productivas.

El Factor de Condición K de Fulton mostró que tanto al inicio como al final, los peces crecieron sin estrés $K > 1.0$ (Tabla 3), sugiriendo un manejo apropiado para el crecimiento en cautiverio. Valencia Santan [20], sugirieron que el factor de condición es una medida de las reservas de energía relacionadas con condiciones ambientales, estados de madurez, alimentación o control de los efectos parasitarios. En este ensayo, el ambiente y la alimentación hicieron su aporte para la obtención de estos resultados.

La relación Longitud–Peso presentó valores iniciales de $b < 3.0$ (crecimiento alométrico negativo) en los tres tratamientos, lo cual da cuenta de peces alargados, una situación que se evidenció con el paso de la fase de reversión a prelevante en tilapias, en donde hay poca acumulación de tejido corporal. Los valores finales mostraron valores de $b > 3.0$, en un rango de crecimiento isométrico en todos los tratamientos (Tabla 3). Santoyo [21] consideraron que, las buenas condiciones fisicoquímicas del agua para *Oreochromis niloticus*, asociadas al buen manejo y régimen de alimentación, proporcionan las condiciones ideales para reducir el estrés y mejorar el crecimiento en los animales.

La Tasa Específica de Crecimiento presentó una diferencia significativa ($p < 0.05$) en T2 (2.1 %/día), respecto a T1 (1.6 %/día) y Control (1.6 %/día) (Tabla 3), lo que sugiere un buen crecimiento (porcentaje/día) con la suplementación a un 20%. Villafuerte [22] demostró que los animales alcanzaron una mejor TEC a temperaturas que oscilan entre 25 – 28 °C. Lo anterior, sujeto a las temperaturas óptimas de cultivo. Md.Hashibur [23] sugirieron que el alimento flotante proporciona una mejor TEC comparado con el alimento precipitado a una temperatura promedio de 27 °C.

El porcentaje de sobrevivencia no mostró ninguna afectación en T1 y T2 (Tabla 3), pero si en el Control (96% = muerte de dos animales). El botón de oro *Tithonia diversifolia* contiene algunos compuestos anti nutricionales como taninos condensados, saponinas y fenoles totales. Sin embargo, Zapata [5] consideran que se encuentran en bajas cantidades, por lo que no afectan al animal ni a sus parámetros productivos. Por otra parte, el valor del nitrógeno amoniacal total (NAT) no fue considerado en este ensayo, si bien Torres Mesa [24] sugirieron tenerlo en cuenta, ya que otras variables como el porcentaje de la comida, la ración de alimentación, la temperatura del agua, el oxígeno disuelto, el valor de pH, la biomasa y la edad de los animales, pueden afectar la sobrevivencia de los animales.

Los parámetros fisicoquímicos promedio del agua, no presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos. Los registros promedios obtenidos fueron: temperatura ($\bar{X} = 25.0 \pm 0.3$ °C), nivel de Oxígeno ($\bar{X} = 7.0 \pm 1.3$ mg/L) y pH ($\bar{X} = 7.8 \pm 0.3$). Estos parámetros estuvieron dentro de los rangos óptimos de crecimiento para la tilapia roja *Oreochromis sp*, sugeridos por Vidal-Martínez [25], en rangos para pH (6 - 9), nivel de oxígeno (5 – 9 mg/L) y temperatura (25 - 35°C). Kaneshima-González [26] reportaron un buen desempeño productivo de juveniles de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*, a 25 °C en sistemas RAS, sugiriendo buenos resultados a esta temperatura. Los mismos autores sugirieron que a los 21 °C, todavía se encontró una buena respuesta productiva para esta especie.

Por otra parte, los costos de producción promedio en 2022, evidenciaron un aumento significativo en los concentrados comerciales, donde el kg de concentrado promedio osciló entre COP \$6.760,00 pesos (USD \$1,50), mientras que en botón de oro *Tithonia diversifolia*, costó producirlo \$365,00 pesos (USD \$0,08), lo que la convierte en una alternativa económica y rentable para producir en volumen. No solo por los incrementos actuales de los concentrados, sino por las ventajas de degradabilidad, absorción y conversión, con las que puede contar una dieta rica en fibras y proteínas, como la ofrecida por el botón de oro *Tithonia diversifolia*.

CONCLUSIONES

Los alevinos de tilapia roja *Oreochromis sp*, suplementados con el 20% de botón de oro *Tithonia diversifolia*, mostraron mejores parámetros zootécnicos que el control, sugiriendo la posibilidad de esta materia prima vegetal como una opción para la alimentación en estos peces.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural), 2021. Acuicultura en Colombia: cadena de la acuicultura. Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas. Bogotá. 30p.

[2] Ortiz González, A.R., Morales Luna, K.A., Vásquez Torres, W. y Gutiérrez Espinosa, M.C. (2014). Digestibilidad aparente de *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* y *Cratylia argentea* en juveniles de *Piaractus brachipomus*, Cuvier 1818. Orinoquia (18):2, 214-219 Universidad de Los Llanos Meta, Colombia

- [3] Torres Castillo, H. (2018). Evaluación de la inclusión de fuentes proteicas vegetales a la harina de pescado y su efecto en parámetros de crecimiento y eficiencia nutritiva de la tilapia roja *Oreochromis sp*. [Trabajo de grado. Zootecnia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Cundinamarca]. Repositorio Institucional – Universidad de Cundinamarca.
- [4] Fry, J.P., Love, D.C., MacDonald, G.K., West, P.C., Engstrom, P.M., Nachman, K.E y Lawrence, R.S. (2016). Environmental health impacts of feeding crops to farmed fish. *Environmental International* 91:201-214. DOI.org/10.1016/j.envint.2016.02.022.
- [5] Zapata Cadavid, A. y Silva Tapasco, B. E. (2020). *Sistemas silvopastoriles: aspectos teóricos y prácticos (2ª ed.)*. CIPAV - Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. CARDER – Corporación Autónoma Regional de Risaralda. Cali Colombia. ISBN 978-958-9386-96-5. 250p.
- [6] Gaviria, Y. S., Camaño, J. A. y Zapata, J. E. (2020) Propiedades físicas de alimento para tilapia roja (*Oreochromis spp.*) elaborado con ensilado químico y secado en microondas. *Información Tecnológica* 31(6), 105-116. DOI.org/10.4067/S0718-07642020000600105.
- [7] Correa Agudelo, L., Arango Vacares, F., Pérez García, J. y Buitrago Posada, D. (2021). Manejo integral de pequeños sistemas productivos de tilapia. Universidad CES. Editorial CES. Medellín, Colombia. 92p.
- [8] MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural), (2012). *Agenda Nacional de Investigación en Pesca y Acuicultura*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Dirección de Pesca y Acuicultura. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Bogotá. 154p.
- [9] Henneberg, W. y Stohmann, F. (1859). Sobre la alimentación de mantenimiento de bovinos adultos. *Journal Landwirtsch.* 3:485-551.
- [10] Ricker, W. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin Fisheries Research. Board of Canada.* 191: 382p.
- [11] Ordoñez Montoya, J.R. (2021). Estudio de la biología reproductiva del robalo blanco *Centropomus undecimalis*. [Trabajo de grado., , Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria, Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana]. Repositorio Institucional – Escuela Agrícola Pnamericana.
- [12] Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253. DOI.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x
- [13] FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura: hacía la transformación azul*. Roma. 288p.
- [14] Montero de la Cueva, J.V., Macas Moreira, K.M., González Buitrón, K.T. y Mendoza Vélez, C.F. (2019). Evaluación del botón de oro *Thitonia diversifolia* en la alimentación de cuyes. *IDESIA* 37(4):5-9. Chile. DOI.org/10.4067/S0718-34292019000400005.
- [15] Mahecha, L. y Rosales, M. (2005). Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* en la producción animal en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 17(9):1-14.
- [16] Puerta Rico, L.F., García González, J.J., Parra Suescún, J.E. y Pardo Carrasco, S.C. (2017). Coeficientes de digestibilidad aparente de *Thitonia diversifolia* y *cratylia argentea* en cachama blanca y efectos sobre las vellosidades Intestinales. *Revista Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Actualidad y Divulgación Científica* 20(2):375-383. DOI.org/10.31910/rudca.v20.n2.2017.395.

-
- [17] Ríos Cahuaza, O. (2020). Evaluación de dos tipos de dieta y su efecto en los parámetros productivos y económicos del “paco” *Piaractus brachyomus* Cuvier. [Trabajo de grado. Ingeniería Agraria. Facultad de Ingeniería Agraria, Universidad Católica Sedes Sapientiae.]. Repositorio Institucional - Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- [18] Hahn von Hessberg, C.M., Grajales-Quintero, A. y Narváez Solarte W. (2016). Coeficiente de digestibilidad aparente de plantas forrajeras comunes en zona Andina para alimentación de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*. Información Tecnológica 27(4):63-72. DOI.org/10.4067/S0718-07642016000400007.
- [19] Bernal F. y Gallego F. (2016). Estimación de parámetros genéticos para peso y talla a diferentes edades en yamú *Brycon amazonicus*. Revista Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Actividad y Divulgación Científica 19(1):123-130. DOI.org/10.31910/rudca.v19.n1.2016.117.
- [20] Valencia Santan, F. J. y Valencia Santana, J. G. (2015). Relación longitud-peso y factor de condición de *Echinometra vanbrunti* (A. Agassiz 1863) en Acapulco, Guerrero, México. Revista de Análisis Cuantitativo y Estadístico. 2(5):402-407.
- [21] Santoyo Téllez, F., Mariscal Romero, J., Gómez Galindo, C. y Gutiérrez Pulido, H. (2019). Relaciones talla-peso y factor de condición de la tilapia *Oreochromis niloticus* en cinco cuerpos de agua del estado de Jalisco, México. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas Agropecuarias. 10(19):1-23. DOI.org/10.23913/ciba.v8i16.92.
- [22] Villafuerte, S. (2014). Evaluación del efecto de la temperatura en el desarrollo de la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus* en etapa juvenil y determinación del costo de su producción. [Tesis de grado Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- [23] Md.Hashibur, R., Haque, M.M., Alam, M.A. y Flura. (2022). A study on the specific growth rate at different stages of tilapia *Oreochromis niloticus* production cycle in tank-based aquaculture system. International Journal of Aquaculture Fishery Sciences 8(2):59-65. DOI.org/10.17352/2455-8400.000079.
- [24] Torres Mesa, A.C., Tovar Bohórquez, M.O., Hurtado Giraldo, H. y Gómez Ramírez, E. (2015). Excreción de nitrógeno amoniacal total a diferentes densidades de siembra de *Cyprinus carpio* en condiciones de laboratorio. Universidad de los Llanos Villavicencio – Meta. Orinoquia 19(1):19-26.
- [25] Vidal Martínez, V.M., Olvera Novoa, M.A., Morales, V., Cuellar Ángel, J., Riofrio Montero, A., Morales Rodríguez, R., Barato Gómez, P., Chávez Sánchez, M.C., García Suarez, O., Montoya y Rodríguez, L. (2017). Manual de buenas prácticas de manejo para la piscicultura en agua dulce. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano (OSPESCA). México. ISBN 978-9962-8500-9-0. 145p.
- [26] Kaneshima González, K., De La Cruz Barrueto, K.N., Ponciano Quezada, M.A., Toledo Meza, N. y Culquichicón Malpica, Z.G. (2022). Efecto de la temperatura en el crecimiento de juveniles de *Oreochromis niloticus* tilapia en un sistema de recambio acuícola (RAS). Manglar 19(1): 39-44.. DOI.org/10.17268/manglar.2022.005.

