

Ensayo in vivo de un concentrado para peces, elaborado con harina de Matarratón (*Gliricidia Sepium*) y cascara de camarón en la etapa de engorde de peces comerciales: Tilapia Roja (*Oreochromis mossambicus*), Sábalo (*Prochilodus nigricans*) y Cachama negra (*Colossoma macropomum*)

In vivo test of a concentrate for fish, made with flour of Matarratón (*Gliricidia Sepium*) and shrimp shell in the stage of fattening of commercial fish: Red Tilapia (*Oreochromis mossambicus*), Sabalo (*Prochilodus nigricans*) and Black Cachama (*Colossoma macropomum*)

Recibo: 05.05.2017 Aceptado: 04.09.2018

Para Citar:

Bustamante, J., Quiñones, R., Salcedo, M., & Chalapud, E. (2018). Ensayo in vivo de un concentrado para peces, elaborado con harina de Matarratón (*Gliricidia Sepium*) y cascara de camarón en la etapa de engorde de peces comerciales: Tilapia Roja (*Oreochromis mossambicus*), Sábalo (*Prochilodus nigricans*) y Cachama negra (*Colossoma macropomum*) *Revista SENNOVA: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 3(1), 9-22. doi:<http://doi.org/10.23850/23899573.666>

Jesus Bustamante Melo

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
jbustamantem@sena.edu.co
Colombia

Eduardo David Chalapud Narvaez

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
aprendizajeinnovate@gmail.com
Colombia

Ramiro Arturo Quiñones Zambrano

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
aquinones@sena.edu.co
Colombia

Mario Andres Salcedo Jurado

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
masalcedo@sena.edu.co
Colombia

Resumen

El uso de alimentos balanceados comerciales garantizan el éxito de una explotación acuícola, pero por sus costos el pequeño productor siempre ha buscado la manera de obtener resultados similares con alimentos alternativos de fácil consecución en el medio, buscando principalmente fuentes alternativas de proteínas, para este ensayo se tomó el follaje del matarratón (*Gliricidia Sepium*) y la cáscara de camarón que es fuente de quitina, como fuente de proteína para la preparación de un concentrado para alimentar peces de las especies Tilapia Roja (*Oreochromis mossambicus*), Sábalo (*Prochilodus nigricans*) Cachama negra (*Colossoma macropomum*), son especies comerciales que se adaptan fácilmente a condiciones rústicas y a diferentes tipos de alimentos como el caso de la Cachama. El objetivo de este ensayo es analizar si el balanceado propuesto tiene aceptación por parte de los peces que ya se encuentran en etapa de engorde con un peso vivo promedio de 150 g, en piscinas en tierra de 60 m x 26 m. Fueron utilizados 700 individuos de Tilapia, 700 de Cachama y 200 de Sábalo. El ensayo duró 120 días, los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua se verificaron periódicamente permaneciendo dentro de los parámetros adecuados y se registraron las medidas biométricas para el ajuste de la cantidad de concentrado a proveer de acuerdo al crecimiento. Las variables productivas tenidas en cuenta fueron: tasa de supervivencia, incremento de la biomasa y el factor de conversión aparente del alimento. Los resultados obtenidos permiten concluir que estas fuentes alternativas de proteínas en alimentos balanceados, si son factibles a ser usadas en las tres especies con resultados aceptables cercanos a los obtenidos con concentrados comerciales.

Palabras clave: alimentación, peces, nutrición, concentrados alternativos, matarratón.

Abstract

The use of commercial balanced feed guarantees the success of an aquaculture farm, but because of its costs, the small producer has always looked ways to obtain similar results with alternative foods that are easy to obtain in the environment, looking mainly for alternative sources of proteins, for this trial. The foliage of the matarratón (*Gliricidia Sepium*) and the shell of shrimp that is a source of chitin was taken, as a source of protein for the preparation of a concentrate to feed fish of the species Red Tilapia (*Oreochromis mossambicus*), Sabalo (*Prochilodus nigricans*) Cachama Black (*Colossoma macropomum*), are commercial species that adapt easily to rustic conditions and to different types of food such as Cachama. The objective of this test is to analyze if the proposed balance has acceptance by the fish that are already in the fattening stage with an average live weight of 150 g, in ground pools of 60m x 26m. 700 individuals of Tilapia, 700 of Cachama and 200 of Sabalo were used. The test lasted 120 days, the physicochemical parameters of water quality were checked periodically staying within the appropriate parameters and biometric measurements were recorded for the adjustment of the amount of concentrate to be supplied according to the growth. The productive variables considered were: survival rate, increase of the biomass and the apparent conversion factor of the food. The results obtained allow us to conclude that these alternative sources of proteins in balanced feed, if feasible to be used in the three species with acceptable results close to those obtained with commercial concentrates.

Key words: feeding, fish, nutrition, alternative concentrates, *Gliricidia Sepium*.

Introducción

La última década la acuicultura ha venido cobrando importancia a nivel mundial y en Colombia ha tenido auge en estos últimos años, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en 2010 alcanzó un producción de 60 millones de toneladas a nivel mundial.

En Colombia para el año 2010 se utilizaron 2.000 ha de espejo de agua (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2010).

Para el 2011 la acuicultura en el país produjo 83.200 toneladas según la Corporación Colombia Internacional (CCI) y para el 2014 la producción fue de 96.761 toneladas e incluso ha aumentado el consumo de pescados, crustáceos, moluscos e invertebrados acuáticos a nivel nacional que las importaciones de estos productos para el 2016 fueron de 95.792 toneladas según CENICUA-DANE (Portafolio, 2017).

En Colombia hay 1.435 especies de peces de agua dulce de las cuales 173 son de interés comercial, hay no menos de 30.000 acuicultores y los peces que más se consumen de la oferta local son la Tilapia y la Trucha (Portafolio, 2017).

Las condiciones geográficas y climáticas de ciertas regiones del país favorecen la acuicultura hay 25.084 Unidades de Producción (UPA), los departamentos que encabezan la lista son Antioquia, Santander, Córdoba y Tolima con 2.700, 2.590, 2.338 y 1.689, seguidos de Cundinamarca, Cauca, Nariño Valle, Putumayo y Boyacá de acuerdo al III Censo Nacional Agropecuario y el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) y DANE en el 2015 (Portafolio, 2017).

A pesar de que la producción acuícola en el país ha venido creciendo, desde 39.774 tonelada en 2004 hasta 96.761 en 2014 (Portafolio, 2017). La acuicultura en el país tiene limitaciones como el encarecimiento del suelo, baja productividad de las explotaciones existentes, el incremento de los precios de las materias primas a nivel mundial lo que repercute en el incremento de los precios de los alimentos concentrados, que influye directamente en la disminución de la competitividad de este sector (Merino, Bonilla & Bages, 2013).

La actividad acuícola cada día es menos rentable puesto que el precio elevado de los concentrados que corresponde al 60% de los costos de producción (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2012). Desde los años noventa se viene estudiando

diferentes especies vegetales como fuentes de proteína para alimentación animal, en estos últimos años se ha visto la necesidad de hacer investigaciones en requerimientos de micronutrientes y digestibilidad de estas fuentes alternativas para la alimentación de especies acuícolas y formular nuevas dietas comerciales (IICA, 2012).

En el año 2015, en la estación piscícola del Centro Agroindustrial y Pesquero de la Costa Pacífica del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, regional Nariño en la ciudad de Tumaco, y con la colaboración de aprendices del programa Tecnología en Acuicultura, se llevó a cabo la experiencia de probar en la práctica la aceptación de un concentrado artesanal, elaborado con un porcentaje de materias primas no convencionales, en especies de peces comerciales como Tilapia Roja (*Oreochromis mosambicus*), Sábalo (*Prochilodus nigricans*) Cachama negra (*Colosoma macropomum*) que ya estaban en la etapa de engorde con un peso promedio de 150 g.

En Colombia el consumidor demanda peces entre 100 y 500 g con tallas que van entre 28 y 35 cm de longitud (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial [UNIDO], 2000), en nuestra región se prefieren los peces de 200 g en adelante.

Materiales y Métodos

En agosto de 2015 se inició la elaboración del concentrado en las instalaciones del entro a base maíz como fuente de energía y complementado con cascara o caparazón de camarón recogido de camaroneras de la ciudad y matarratón de cercas vivas aledañas al centro como fuente de proteínas debido a su alto contenido proteico, según la literatura el matarratón tiene el 26% de Proteína Bruta (PB) (Temesgen, 2004), una de las formas más adecuadas de aprovechar y optimizar sus hojas es deshidratarlas y convertirlas en harina.

La caparazón de camarón tiene el 40.9% de proteína y la mejor forma de aprovecharla para alimentación es hacerle el mismo tratamiento (Pacheco, 2013).

En la Tabla 1 se describen los equipos que se utilizaron para la implementación del proyecto.

Tabla 1.

Equipos para la implementación del proyecto

Cantidad	Equipo	Observaciones
3	Piscina de engorde en tierra	De 60 x 26 x 1,20 m, con tuberías sanitarias de ingreso de agua y drenaje de 6".
1	Balanza tipo bascula	Electrónica capacidad 100 kg, display 6 dígitos.
1	Balanza tipo gramera electrónica capacidad 5 kg	Electrónica capacidad 5 kg, display 6 dígitos.
1	Horno eléctrico	Deshidratador de 4 bandejas, tablero digital y teclas para programación. 6,3 Kw y 220 v
1	Molino de martillos	Molino de 5 martillos con tolva y diferentes mallas diámetros serie Tyler. Reducción de tamaño de las materias primas.
1	Mezcladora	Horizontal en acero inoxidable con capacidad para No kg. Mezclado de materias primas. $\frac{3}{4}$ HP, 1700 RPM.
1	Molino Extrusor	Tolva y cubierta en acero inoxidable, tornillo sin fin con cuchilla cortadora, disco de salida de diferentes diámetros. Elaboración de pelets y granulados. 1 HP, 207 RPM.
1	Planta eléctrica. Diesel	Necesaria para hacer funcionar los equipos de elaboración de concentrados cuando hay cortes del suministro del fluido eléctrico, habitual en el municipio de Tumaco.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.

Composición de la dieta propuesta

Ingredientes	%
Harina de maíz	30
Harina salvado de arroz	20
Salvado de trigo	15
Harina de matarratón	8,4
Harina de camarón	15,6
Melaza	8
Harina de concha	2

Fuente: Elaboración propia

Se propuso una fórmula para la elaboración de la dieta con 8,4% de matarratón deshidratado y 15,6% cascara de camarón, descrita en la Tabla 2, se le agregó harina de cascara de arroz para darle algo de flotabilidad y se elaboró artesanalmente de la siguiente manera:

Recepción y pesaje

Las materias primas se reciben en bultos, se pesan y limpian de elementos extraños (ver Figura 1).



Figura 1. Recepción de Materias primas

Fuente: Elaboración propia

Deshidratación

Se llevó a cabo el proceso de deshidratación en un Horno eléctrico con capacidad para 4 bandejas entre 55 y 60 °C. Esto con el fin de deshidratar las hojas de matarratón y las cascara de camarón hasta el 10% de humedad. Esta temperatura también sirve para romper las paredes celulares de las células vegetales y aumentar la digestibilidad del matarratón (Ortiz, Morales, Vásquez & Espinosa, 2014). Este proceso se realiza por lo menos 12 horas. Para apoyar el proceso de deshidratado cuando la capacidad del horno estaba al límite se utilizó un deshidratador solar (Ver Figura 2).



Figura 2. Deshidratación

Fuente: Elaboración propia

Molienda

La cascara de camarón y el matarratón se molieron hasta obtener un tamaño de partícula entre 2 y 10 mm mediante molino de martillos, lo mismo con el maíz y el cisco.

Dosificación

Una vez molidas las materias primas se pesaron las cantidades de acuerdo a la dieta propuesta.

Mezclado

Los ingredientes se mezclaron utilizando una mezcladora horizontal durante un tiempo aproximado de 20 minutos. Inicialmente se trabajó con el 95% del volumen de la cochada durante 10 minutos; posteriormente se agregó la melaza y agua y de ser necesario se continuó mezclando durante otros 10 minutos.

Extrusión

Este proceso se realizó en un molino adaptado para tal fin, donde se obtienen gránulos de húmedos de diferentes tamaños (Ver Figura 3).



Figura 3. Extrusión y obtención del concentrado

Fuente: Elaboración propia

Secado

Se extendió el producto húmedo en las bandejas de secado y se realizó nuevamente en el proceso de deshidratación en el horno deshidratador, el producto seco se extendió en el piso y luego se almacenó en sacos de polipropileno y recipientes para la distribución del alimento a la piscina.



Figura 4. Secado

Fuente: Elaboración propia

Base teórica del funcionamiento

La etapa de precia se desarrolló normalmente en las tres especies, bajo parámetros técnicos para ello se contó con la experiencia del personal técnico de la estación acuícola del centro, los peces se alimentaron normalmente con concentrados comerciales hasta que lograron pesos promedios entre los 60 y 70 g. Para la etapa de engorde se trasladaron los peces a las piscinas o estanques tradicionales para este fin con una

densidad de 2,3 por m^2 para las cachamas y tilapias, la densidad para los sábalos fue muy baja, menos de 1 pez por m^2 se siguieron alimentando con concentrado comercial del 35% de proteína. Se distribuían las raciones manualmente 3 veces

en el día, hasta que alcanzaron en promedio 150 gramos, desde este hito se inició la alimentación con el concentrado propuesto, con este alimento se culminó la etapa de engorde hasta 120 días después de iniciar esta experiencia.



Figura 6. Alimentación de los peces

Fuente: Elaboración propia

Durante esta etapa se siguió controlando los parámetros físico-químicos del agua como: Oxígeno Disuelto, la temperatura y el pH del agua, pero solo una vez al día, las densidades de población no eran muy altas, entonces no se temía que parámetros como el oxígeno fallaran en las piscinas. Los datos tomados se llevaron en una bitácora o minuta.

Semanalmente se tomaron los datos biométricos como el peso promedio de los animales, antes de la

primera ración de alimento y después de la alimentación. Se tomó una muestra de peces por cada especie y piscina, se pesaron en forma global y se dividió este valor por el número de individuos de la muestra.

Todos los días se preparó la cantidad necesaria de concentrado para la alimentación de los peces, ajustando la cantidad de acuerdo al porcentaje de la ración alimenticia y el peso promedio, 3.5% para peces de 150 g en el primer mes y en los

siguientes el 3%. Evitando el exceso de alimento, debido a que el sobrante se daña y podría generar problemas al agua disminuyendo la cantidad de oxígeno y produciendo la muerte de los peces (Ver Tabla 3).

Tabla 3.
Datos de la cantidad de concentrado consumido

Ítem	Tilapia	Cachama	Sábalo
Mes 1 (3.5%) consumo/día (Kg)	3.7	3.7	1.1
Consumo Mes 1 (Kg)	111	111	33
Mes 2 (3%) consumo/día (Kg)	4.1	4	1.2
Consumo Mes 2 (Kg)	123	120	36
Mes 3 (3%) consumo/día (Kg)	6.3	5	1.5
consumo Mes 3 (Kg)	189	150	45
Mes 4 (2%) consumo/día (Kg)	8.6	4.2	1.25
Consumo Mes 4 (Kg)	258	126	37.5
Total alimento consumido (Kg)	681	507	151.5

Fuente: Elaboración propia

Resultados y discusión

Al finalizar los 120 días, se cosechó la mayoría de los animales de las 3 piscinas en forma manual, cuando alcanzaron un peso promedio de 448 g que está dentro del peso comercial, se evisceraron y fueron adquiridos por un supermercado de la ciudad para su venta (Ver Tabla 4).

Tabla 4.

Datos de la fase de engorde desde los 150 g

Ítem	Tilapia	Cachama	Sábalo
Peso Inicial (g)	150	150	150
Peso 30 días(g)	195	188	190
Peso 60 días (g)	300	235	240
Peso 90 días (g)	430	300	310
Peso 120 días (g)	490	433	421
No inicial de peces	700	700	200
No final de peces	690	698	196
Tasa de Supervivencia (%)	98.5	99.7	95
Aumento g/día (120 días)	2.83	2.35	2.25
Biomasa Inicial (Kg)	105	105	30
Biomasa final (Kg)	338.1	302.2	82.5
Incremento de la Biomasa (Kg)	340	283	52.5
Cant alimento sum (120 días) (kg)	681	507	151.5
FCA	2	1.8	2.8

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a estos datos que ofrece el análisis proximal, es un alimento que provee la proteína básica y los nutrientes para que los peces puedan mantenerse, antes del experimento venían siendo alimentados con concentrados comerciales reglamentarios de acuerdo a su etapa de desarrollo, se

puede apreciar que en el primer mes el aumento de peso es mínimo, 1,36 gramos/ día en promedio, esto se debe al periodo de adaptación de los animales por cambio de alimentación.

Para conocer el rendimiento del alimento con respecto al peso ganado por los individuos se calculó el Factor

de Conversión Aparente de Alimento (FCA), que consiste en: Cantidad de alimentos suministrado durante fase de cultivo en Kg / Incremento de la Biomasa en Kg.

Este es un valor que entre más cercano a 1 es mejor para el productor, un FCA aceptable es menor o igual a 1.5 (Pineda, 2012).

El incremento de la biomasa se calcula tomando el valor de la Biomasa final menos la Biomasa inicial. Esto para cada especie (Meléndez, 2009).

Conclusiones

Las cachamas por ser peces omnívoros tienen la ventaja de que pueden comer cualquier tipo de concentrado, por tal razón la dieta o concentrado alternativo tuvo aceptación pues la tasa de supervivencia fue del 99.7%, con respecto a la tilapia la tasa de supervivencia fue del 98.5% demostrando también su gran capacidad de adaptación al alimento alternativo. Para los sábalo la tasa de supervivencia fue del 95% y se presentaron muertes en el primer mes, es posible que el cambio de alimento las haya ocasionado, sin embargo, se puede ver la adaptabilidad de la especie a este tipo de alimentos.

La ganancia de peso en gramos/día, en promedio fue superior a 2

para las tres especies en los 120 días de la experiencia, aunque en el primer mes, los datos de tiempo de adaptación al nuevo alimento el aumento de peso es de 1,36 g/ día en promedio, siempre fueron superiores para la especie tilapia durante toda la etapa.

El FCA para Tilapia fue de 2, los valores de conversión aceptables van de 1.2 a 1.5 (Pineda, 2012), esto con un concentrado comercial adecuado, en este ensayo se logró un FCA aceptable teniendo en cuenta que fueron alimentadas con un concentrado artesanal y con fuentes de proteínas no tradicionales, sin embargo, fueron los animales que más ganaron peso por día (2.83 g/día) durante el tiempo que duro el ensayo, logrando el mayor incremento de la biomasa de las tres especies.

El FCA para cachamas fue el mejor (1.8), esto por su gran adaptabilidad a cualquier tipo de alimento, el incremento de la biomasa fue menor que en las Tilapias y su ganancia en peso por día (2.35 g/día), estos son valores aceptables para el tipo de alimento suministrado.

El FCA para los sábalo fue de 2.8 y también obtuvieron los valores más bajos en cuanto a la ganancia de peso diario y el incremento de la biomasa, no hubo adaptación ideal al alimento desde el inicio del ensayo, pero

tampoco dejaron de crecer siendo factible alimentar estos animales con concentrados alternativos sin llegar a tener pérdidas, se debe aclarar que el incremento en peso también se ve afectado por otros factores como la calidad del agua o la susceptibilidad de la especie a factores anti-nutricionales.

Para determinar si el alimento suministrado es eficiente, se calcula el FCA, un indicador del crecimiento del pez a partir de la cantidad de alimento suministrado (Forero, 2013).

En términos generales el alimento suministrado fue eficiente, los FCA obtenidos no estuvieron alejados de los valores obtenidos tradicionalmente con un concentrado comercial.

La harina de hoja de (*Gliricidia Sepium*) y la harina de caparazón de camarón son materias primas alternativas que pueden usarse en alimentación de peces como Tilapia, Cachama y Sábalo por su alto contenido proteico, haciendo parte de una formulación adecuada para la etapa de los cultivos.

Agradecimientos

A los aprendices: Ángel David Casanova, Yidis Karina Hurtado, Jhon Harry Jurado, Jenny Katherine

Castillo y Juan David Castro del Tecnólogo en Acuicultura. No de ficha 684437 del Centro Agroindustrial y Pesquero de la Costa Pacífica. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Regional Nariño, por la dedicación a las actividades diarias que implicaba llevar a cabo este ensayo.

Al equipo de instructores de la granja acuícola del Centro Agroindustrial y Pesquero de la Costa Pacífica del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, regional Nariño, Tumaco.

Referencias

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2010). *Encuesta Nacional agropecuaria 2010*. Recuperado de: http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/ena/ENA_2010.pdf

El pescado es la proteína animal que está cobrando popularidad. (21 de marzo de 2017). *Portafolio*, p. 8.

Forero, B. G. (2013). *Piscicultura Guía práctica*. Bogotá, Colombia: Editorial Granja.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2012). *Agenda*

- nacional de investigación en pesca y acuicultura. Recuperado de: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6180/1/BVE17109393e.pdf>*
- Meléndez, P. (2009). *Policultivo bocachico - tilapia roja: una alternativa tecnológica. Convenio No.0829 de 2009 de innovación y desarrollo tecnológico para la acuicultura* (Tesis de maestría). SENA-IDEA-Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.
- Merino, M., Bonilla, S., & Bages, F. (2013). *Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia. AUNAP. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca*. Bogotá: RM Gráficos.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2000). *Diagnóstico de la Cadena Productiva Pesquera en la República de Colombia. Estudio de prospectiva para la cadena productiva de la Industria Pesquera en la Región de la Costa del Pacífico en América del Sur*. Recuperado de: <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/biblioteca/pordinario/030.Estudio%20de%20Prospectiva%20Regional%20OPTI%20.pdf>
- Ortiz, A., Morales, K., Vásquez, W., & Espinosa, M. (2014). Digestibilidad aparente de *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* y *Cratylia argentea* en juveniles de *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818. *Orinoquía*, 18 (2), 214-219.
- Pacheco, N. (2013). *Extracción biotecnológica de la quitina para la producción de quitosanos: caracterización y aplicación* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Pineda, M. (2012). *Piscicultura Global. FCA: Calcular alimento para tilapias*. Recuperado de: <http://pisciculturaglobal.com/serie-alimento-para-tilapias-calculando/>
- Temesgen, G. (2004). *Utilization of (Gliricidia Sepium) Leaf Meal as Protein Source in Diets of Mozambique Tilapia, Oreochromis Mossambicus (Piscs: Cichlidae)* (Tesis doctoral). Universiti Putra Malaysia, Malaysia.