

EVALUACIÓN DE ENSILAJE BIOLÓGICO DE RESIDUOS DE PESCADO EN ALIMENTACIÓN DE TILAPIA ROJA (*Oreochromis spp*)

EVALUATION OF FISH WASTE BIOLOGICAL SILAGE IN RED TILAPIA FEEDING (*Oreochromis spp*)

AVALIAÇÃO DA SILAGEM BIOLÓGICA DE RESÍDUOS DE PEIXE NA DIETA DE TILÁPIA VERMELHA (*Oreochromis spp*)

CRÍSPULO PEREA R¹, YENY JUDITH GARCÉS C², JOSÉ LUIS HOYOS C.³

PALABRAS CLAVE:

Ensilaje biológico, Tilapia roja, Digestibilidad aparente, Parámetros zootécnicos.

KEY WORDS:

Biological silage, Red Tilapia, Apparent digestibility, Zootechnical parameters.

PALAVRAS-CHAVE:

Silagem biológica, Tilápiá vermelha, Digestibilidade aparente e Parâmetros zootécnicos

RESUMEN

La producción piscícola en la represa "La Salvajina" se ha incrementado en los últimos años, acentuando la acumulación de residuos resultantes del proceso. La presente investigación busca generar una alternativa de manejo de los residuos, aplicando la técnica de ensilaje biológico para su inclusión en la alimentación de Tilapia roja en etapa de engorde. Se evaluaron tres niveles de inclusión, 10% (T1), 20% (T2), 30% (T3), más una dieta testigo 0% (T0) sin ensilaje. Para ello, se determinó digestibilidad aparente (total, materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas) mediante la adición de óxido crómico como marcador inerte y los parámetros zootécnicos (ganancia de peso, incremento en talla y conversión alimenticia). Las evaluaciones se llevaron a cabo en jaulas metabólicas, bajo un diseño completamente al azar, en tres réplicas. Los parámetros de digestibilidad no presentaron diferencias significativas ($p>0,05$), indicando que el ensilaje biológico de residuos de pescado al ser incluido en las raciones para tilapia, no afectan la ingestión de los componentes alimenticios. Los parámetros zootécnicos presentaron diferencias significativas ($p<0,05$), observándose que a mayor inclusión de ensilaje se presenta un mejor comportamiento de talla, peso y conversión alimenticia.

Recibido para evaluación: 1 de Febrero de 2011. Aprobado para publicación: 23 de Marzo de 2011

1 Ingeniero Agropecuario. Universidad del Cauca, Popayán:cproman@unicauca.edu.co

2 Ingeniera Agropecuaria. Universidad del Cauca, Popayán.

3 Ingeniero Agroindustrial. Candidato Mg. Ingeniería de Alimentos. Docente Asociado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca, Popayán.

ABSTRACT

The piscicultural production at "La Salvajina" dam has increased in recent years, accentuating the accumulation of waste resulting from this process. The present research seeks to generate an alternative for waste management, applying the biological silage technique for its inclusion in the red tilapia feeding at the fattening stage. Three inclusion stages were evaluated, 10% (T1), 20% (T2), 30% (T3), plus a witness diet 0% (T0) which does not present silage inclusion. For this, it was determined apparent digestibility (total, dry matter, raw protein, ether extract and ashes) through the addition of chromic oxide as an inert marker and the zootechnical parameters (weight gain, size increment and food conversion). The evaluations were carried out in metabolic cages under a completely randomized design in three replicas. The digestibility parameters did not present meaningful differences ($p>0,05$), indicating that the biological silage of fish waste when included in rations for tilapia do not affect the ingestion of the feeding components. The zootechnical parameters presented meaningful differences ($p<0,05$), observing that at a higher silage inclusion a better size, weight and food conversion behavior is presented.

RESUMO

A produção de peixes na represa "La Salvajina" tem aumentado nos últimos anos, acentuando a acumulação de resíduos resultantes do processo. Esta pesquisa visa criar uma alternativa de gestão de resíduos, aplicando a técnica de silagem biológica de inclusão na dieta de tilápia vermelha em processo de engorde. Três níveis de inclusão foram avaliados, 10% (T1), 20% (T2), 30% (T3), além de uma dieta controle de 0% (T0), que não tem inclusão de silagem. Para este fim, determinou-se a digestibilidade aparente (matéria seca total, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas) por meio da adição de óxido de cromo como marcador inerte e parâmetros zootécnicos (ganho de peso, aumento no tamanho e na conversão alimentar). As avaliações foram realizadas em gaiolas metabólicas, em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os parâmetros de digestibilidade não foram significativamente diferentes ($p>0,05$), indicando que a silagem biológica de resíduos de peixe ao ser incluído nas dietas para a tilápia, não afetou o consumo dos componentes dos alimentos. Os parâmetros zootécnicos foram significativamente diferentes ($p>0,05$), observando-se que a maior inclusão de silagem tem um melhor comportamento da altura, peso e conversão alimentar.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de pescado, crustáceos y moluscos para 2004, 2005 y 2006 llegó a 140,5, 142,7 y 143,6 millones de toneladas, respectivamente. De esta actividad, aproximadamente el 53% está representada en la pesca de captura y el 47% en acuicultura. Para el 2006, más de 110 millones de toneladas (77%) de la producción mundial de pescado se destinaron al consumo humano directo; el 29% de esta cantidad se consumió en conserva y preparado, 50% como producto congelado y 21% como producto curado [1].

La cantidad de pescado convertida en harina para el 2006 equivale a 20,2 millones de toneladas; esta conversión en harina representó cerca de una tercera parte del total de la pesca de captura. El pescado utilizado como materia prima para la producción de piensos

durante esa fecha, correspondió casi a una cuarta parte del total de la producción pesquera [1].

La industria piscícola colombiana en el 2006, produjo 56.531 Ton métricas de carne de pescado en estanques; de ese total, el 62% fue de producción de Tilapia roja para abastecer fundamentalmente el mercado nacional. La superficie aproximada de cultivo de peces es de 525 ha, aunque existen proyectos en jaulas flotantes que ocupan entre 2 y 5 ha en total, en donde se manejan altas producciones por unidad de volumen, con una producción piscícola aproximada de 30 a 50 Ton/ha/año [2].

El departamento del Cauca cuenta con un gran potencial para el desarrollo de la acuicultura, en donde la producción de Tilapia roja se viene realizando por pequeños y medianos productores organizados en asociaciones

en la represa "La Salvajina" (Municipios de Suárez y Morales); pero esta actividad está siendo limitada en la zona debido a la baja rentabilidad por los elevados costos en la producción y por el impacto ambiental que se está generando como consecuencia de la inadecuada disposición de los residuos de actividad piscícola [3].

Las dietas utilizadas en acuicultura para satisfacer las necesidades nutricionales de la especie, deben proporcionar bajos excedentes de nutrientes, para reducir al mínimo los impactos negativos sobre los ecosistemas acuáticos [4, 5]. Los principios a tener en cuenta en el desarrollo de dietas son la alta digestibilidad de los ingredientes, aceptabilidad de la ración, equilibrio adecuado de nutrientes, alta estabilidad de los pellets, tamaño compatible, además de un costo de producción sostenible [6].

El conocimiento de la digestibilidad de la energía y los nutrientes de los alimentos alternativos permite la formulación de dietas con un costo mínimo, para satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales. Por lo tanto, la digestibilidad es un método importante en el estudio de la nutrición, lo que permite evaluar la hidrólisis y/o la digestión de los alimentos y la cuantificación de la disponibilidad de nutrientes [7].

A nivel mundial se están buscando alternativas de alimentos, diseñados para reducir costos [8]. El ensilaje biológico de residuos de pescado ha sido una metodología que ha permitido el aprovechamiento de los subproductos del proceso de eviscerado y fileteado, los cuales al ser mezclados con una fuente de carbono y al adicionarle un inóculo ocurre un proceso fermentativo, generando un producto con características deseables y de alto valor nutricional para la alimentación animal [9].

Por lo anteriormente expuesto, se realizó una investigación con el objetivo de disminuir el impacto generado por la inadecuada disposición de los residuos de la agroindustria piscícola en la represa "La Salvajina", aprovechándolos como alternativa de alimentación en la fase de engorde de Tilapia roja, a través de la técnica de ensilaje biológico.

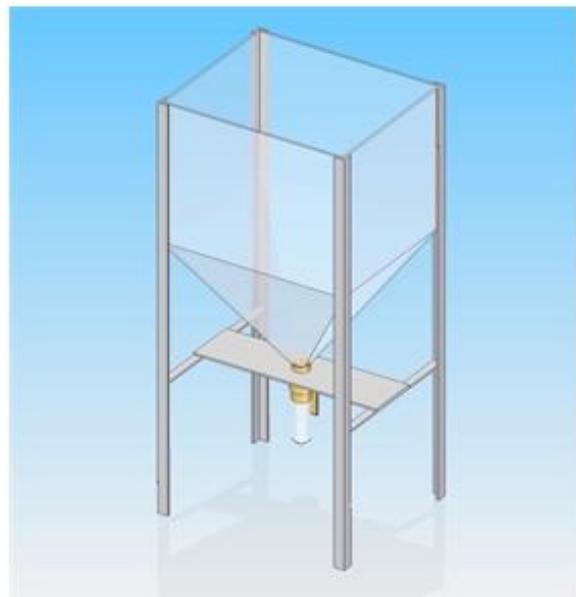
MÉTODO

El estudio fue realizado en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad del Cauca, ubicado en la vereda Las

Guacas municipio de Popayán Cauca. Fueron utilizados 48 juveniles de Tilapia roja, colectados de la estación piscícola ASPROINCA en la represa "La Salvajina", municipio de Suarez, departamento del Cauca, con un peso promedio de $132,37 \pm 15,76$ g y una talla promedio de $20,14 \pm 0,90$ cm. Inicialmente, los animales fueron ubicados en tanques con capacidad para 200 litros, en donde se adaptaron por un periodo de cinco días.

Posteriormente, los animales fueron ubicados en jaulas metabólicas (cuatro individuos por jaula), con capacidad para 40 litros de agua (ver figura 1). Se utilizaron 12 jaulas en un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres réplicas, cada una se tomó como una unidad experimental. El sistema de aireación se realizó mediante un compresor con capacidad de flujo de 90 L/min. El agua fue tratada con decolorador, y se realizó un recambio a razón del 40% día. La calidad fisicoquímica del agua fue monitoreada por la metodología NANOCOLOR desarrollada para el Photometer PF-1 [10], verificando su cumplimiento de acuerdo a los requerimientos de la especie. Los valores medios de temperatura, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad de carbonatos, demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno, del agua durante el periodo experimental se mantuvieron en $26 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$; $7,5 \pm 0,5$ mg L^{-1} ; pH 8,0; $1,5$ mmol L^{-1} ; 15 mg L^{-1} y $4,5 \pm 0,7$ mg L^{-1} respectivamente, acordes para el cultivo de tilapia [7].

Figura 1. Diseño de jaula metabólica



Se evaluaron cuatro dietas alimenticias, tres elaboradas a partir de la inclusión de ensilaje biológico de residuos de tilapia, y una dieta de referencia la cual no presenta inclusión de ensilaje, esta se utilizó como testigo. Para la obtención de ensilaje, se fermentaron vísceras y residuos resultantes del fileteado y se adicionó un inóculo de bacterias lácticas (yogurt comercial) y 20% de harina de yuca como fuente de carbono, asegurando un crecimiento aproximado en la matriz entre 10^7 y 10^8 UFC/g.

Las dietas se suministraron 2 veces al día. Los niveles de inclusión de ensilaje biológico y la designación de los tratamientos se describen a continuación: T0 (testigo, sin inclusión de ensilaje biológico); T1 (10% de inclusión de ensilaje biológico); T2 (20% de inclusión de ensilaje biológico) y T3 (30% de inclusión de ensilaje biológico).

Las dietas fueron balanceadas, tamizadas en malla con abertura de tamiz de 1 mm, pesadas y posteriormente mezcladas con el indicador Cr_2O_3 (óxido crómico) para la determinación de parámetros de digestibilidad aparente, en una concentración correspondiente al 1% del total formulado. Las dietas fueron preacondionadas a 80 °C durante 30 minutos y peletizadas logrando un tamaño de 4,5 mm de espesor y 5 mm de longitud. En el cuadro 1 se presenta la composición nutricional de las dietas evaluadas.

Las dietas se suministraron durante un periodo de 42 días. Para la determinación de digestibilidad aparente, fueron colectadas las heces una vez al día, en la mañana antes de alimentar. Posteriormente se centrifugaron a 5000 rpm durante 15 minutos y se almacenaron en un congelador a -18°C [11, 12]. A las muestras, se les realizó análisis proximal (materia seca, extracto etéreo, fibra, proteína, humedad, cenizas). La cuantificación de óxido crómico se realizó por espectroscopía de masas en el Laboratorio Especializado de Bromatología de la Universidad de Nariño. Los valores de parámetros de digestibilidad se determinaron de acuerdo con la Ec. 1 y 2:

Cuadro 1. Composición nutricional de las dietas

Nutriente	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
PC (%)	24,06	24,06	24,01	24,11
EM Mcal/kg	3,11	3,11	3,26	3,40
LISINA (%)	1,47	1,61	1,77	1,94
METIONINA (%)	0,61	0,75	0,89	1,03
Ca (%)	1,07	1,32	1,51	1,72
P (%)	0,57	0,75	0,93	1,11
FC (%)	2,23	2,20	2,04	1,90

$$\text{DigestibilidadTotal(DAT\%)} = \frac{(\text{Óxidocrómico}(Cr_2O_3) \text{ en la dieta} - Cr_2O_3 \text{ en las heces}) * 100}{Cr_2O_3 \text{ en la dieta}} \quad (\text{Ec. 1})$$

$$\text{Digestibilidad aparente de nutrientes (DAN\%)} = \frac{(\text{Nutriente dieta} * Cr_2O_3 \text{ dieta} - \text{nutriente heces} * Cr_2O_3 \text{ heces}) * 100}{\text{nutriente dieta} * Cr_2O_3 \text{ dieta}} \quad (\text{Ec. 2})$$

Las variables analizadas fueron; digestibilidad aparente total (DAT) y de cada uno de los nutrientes: materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas (DAMS, DAPC, DAEE y DACE). Cada variable se analizó mediante la aplicación de un análisis de varianza (ANAVA $p > 0,05$). Se realizó una prueba de promedios por el método de Tukey para identificar las diferencias entre los tratamientos y destacar cual o cuales de las dietas evaluadas es mejor que las demás.

Cada 14 días se tomaron datos de incremento en talla y ganancia de peso [8, 12]. Para la medición de talla se fijó una cuadrícula para facilitar el registro, utilizando una cámara fotográfica. La conversión alimenticia fue determinada para todo el periodo de evaluación, para ello se registró diariamente la cantidad de concentrado consumido por tratamiento.

RESULTADOS

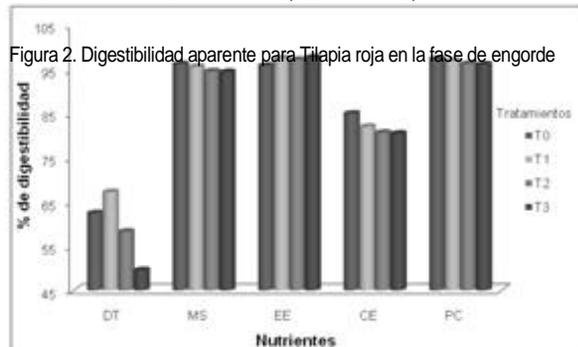
Digestibilidad aparente

El análisis de varianza, arrojó que los tratamientos asignados no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) para DAT, DAMS, DAPC, DAEE y DACE, de acuerdo al porcentaje de inclusión de ensilaje biológico de residuos de pescado. Los resultados obtenidos del ANAVA se presentan en el cuadro 2 y los porcentajes de digestibilidad aparente hallados se ilustran en la figura 2.

Los resultados obtenidos en los parámetros de digestibilidad, indican que la tilapia utiliza eficientemente los nutrientes presentes en el ensilado de residuos de pescado, obteniendo digestibilidad de la materia seca por encima del 90,0% [8]. Los valores de DAT para las dietas con inclusión de ensilaje biológico de residuos de tilapia fueron de 67,29% para T1, 58,33% T2 y

Cuadro 2. Resultados ANAVA para digestibilidad aparente

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	FC	FT
Digestibilidad aparente total					
Total	11	591,48	--	--	--
Tratamiento	3	219,35	73,12	1,57	4,07
Error	8	372,12	46,52	--	--
Digestibilidad aparente de materia seca					
Total	11	14,51	--	--	--
Tratamiento	3	6,36	2,12	2,08	4,07
Error	8	8,15	1,02	--	--
Digestibilidad aparente de extracto etéreo					
Total	11	13,1	--	--	--
Tratamiento	3	6,17	2,06	2,37	4,07
Error	8	6,93	0,87	--	--
Digestibilidad aparente de cenizas					
Total	11	108,31	--	--	--
Tratamiento	3	39,25	13,08	1,52	4,07
Error	8	69,06	8,63	--	--
Digestibilidad aparente de proteína cruda					
Total	11	6,8	--	--	--
Tratamiento	3	3,06	1,02	2,17	4,07
Error	8	3,75	0,47	--	--



57,55% T3, similares a los reportados para *Pyaractus brachypomus* [13]. En estudios realizados con harina de pescado se reportaron valores de digestibilidad de 80,1% en Tilapia de nilo, 86% para Trucha arcoiris y 82% para Salmon [14, 15]. Estos valores relativamente altos en los coeficientes de digestibilidad aparente se deben posiblemente al efecto de la temperatura en el proceso, eliminando así, factores anti-nutricionales y aumentando la digestibilidad [16].

Los valores de DAMS para los tratamientos con inclusión de ensilaje biológico estuvieron entre 94,49 y

95,64%, los cuales son superiores a los reportados por diferentes autores en Tilapia de nilo con 83,56%, 90,48% y 70,56% [12, 17, 18], y similares a los reportados por Moraes, con 95,49% en Tilapia de nilo [11].

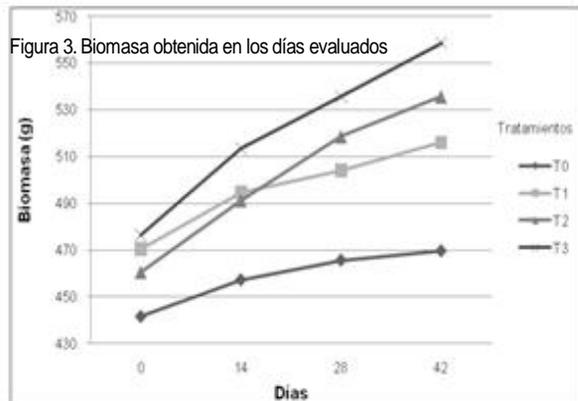
Los valores para la DAEE en las dietas con inclusión de ensilaje biológico de residuos de pescado fueron superiores a 97,0 % similares a los reportados en tilapia de nilo con 97,18% y 96,36% [11, 17]. Según Moraes, el contenido de lípidos en la materia prima y en el ensilaje es una medida importante de la calidad del producto debido al alto contenido de ácidos grasos polinsaturados, siendo este sustituto del aceite de soya para la alimentación animal [11], además la solubilización excesiva de la proteína puede ser reducida por los lípidos del ensilaje, lo que puede mejorar su calidad [19], presentándose una relación lineal entre el contenido de extracto etéreo en la dieta y aumento de filete de pescado, sin afectar el porcentaje de grasa de la carne y el rendimiento de los peces [20].

Los valores para DACE en las dietas con inclusión de ensilaje presentaron un valor promedio de 80,0%, superior a los reportados en Tilapia de nilo, corvina y langostino con una media de 30,13%, [20] y 38,50% en Trucha arco iris [21]. Este comportamiento en dietas con ensilaje de pescado se atribuye el alto contenido de cenizas presentes en los residuos de espinazos siendo este una buena fuente de minerales [22].

El coeficiente de DAPC para las dietas con inclusión de ensilaje biológico de residuos de Tilapia fueron los siguientes: T1 97,01%, T2 96,34% y T3 96,18%, superiores a los reportados en estudios realizados en rana toro con 95,90% [8] y 88,13% en Tilapia de nilo [12], y similares a los reportados por Moraes con 96,66% en tilapia de nilo [11]. Valores altos de digestibilidad de proteínas observados en dietas con inclusión de ensilaje de residuos de pescado, se encuentra relacionado posiblemente a la acción de proteasas endógenas presentes en los tejidos de los peces, aumentando la solubilidad de estas [11].

Ganancia de peso

Los resultados presentaron incremento con respecto al tiempo para la ganancia de peso en cada una de los días evaluados. En la figura 3 se presentan los datos obtenidos de los tratamientos.



Mediante un análisis de varianza, se observó que los tratamientos asignados presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), de acuerdo al porcentaje de inclusión de ensilaje biológico de residuos de pescado (ver cuadro 3). Mediante una prueba de promedios ($\alpha = 0,05$), por el método de Duncan, se observó que los tratamientos que presentaron mayor efecto sobre la ganancia de peso fueron T3 y T2 asignados con la letra (a) según figura 4, los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí en cuanto a la respuesta obtenida. En orden de respuesta continuaron los tratamientos T1 y T0 asignados con la letra b.

Los resultados obtenidos pueden ser sustentados respecto al hábito alimenticio predominante en condiciones naturales de la tilapia, que es el consumo de fitoplancton, el cual en su composición presenta bajo contenido de carbohidratos pero alto en lípidos, siendo la última fuente inmediata de energía y ácidos grasos esenciales [23]. Esta característica es muy similar a la encontrada en el ensilaje, alimento en

el cual puede aprovechar fácilmente la energía sin incurrir en un gasto de energía en los procesos metabólicos, por lo que se genera mayor ganancia de masa muscular [24].

Comparando los resultados obtenidos con estudios realizados en juveniles de tilapia mediante la inclusión de ensilaje de pescado (10, 20 y 30%), los alevinos alimentados con dietas que contenían mayor inclusión de ensilaje, presentaron mayor ganancia de peso [22]. Evaluaciones adicionales reportan que se presenta un mayor rendimiento en la canal de especies menores cuando utilizó ensilaje biológico de pescado con una inclusión del 30% [25]. Resultados obtenidos en alevinos de Cachama negra, establecen que aunque no se presentaron diferencias significativas entre las dietas con inclusión de ensilaje biológico, a mayor inclusión de ensilaje, se presentó una mayor ganancia de peso [26]. Este comportamiento lineal con respecto a la inclusión de ensilaje fue similar al presentado en este estudio, como se observa en la figura 4.

Incremento de talla

Se presentó un incremento con respecto al tiempo para el incremento de talla en cada uno de los días evaluados. En la figura 5, se presentan los resultados obtenidos de los tratamientos.

Mediante un análisis de varianza, se observó que los tratamientos estudiados presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) para el incremento en talla, de acuerdo al porcentaje de inclusión de ensilaje de residuos de pescado. La prueba de promedios ($\alpha = 0,05$), arrojó que el tratamiento que presenta un mejor efecto sobre el in-

Cuadro 3. Resultados AVAVA para los parámetros zootécnicos

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	FC	FT
Ganancia de peso				
Total	11	447,01	--	--
Tratamiento	3	318,51	106,17	6,81
Error	8	128,5	16,06	--
Incremento de talla				
Total	11	6,06	--	--
Tratamiento	3	5,53	1,84	27,65
Error	8	0,53	0,07	--

Figura 4. Biomasa total ganada por tratamiento

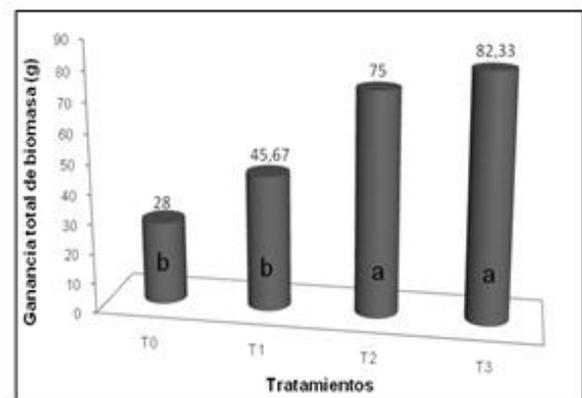
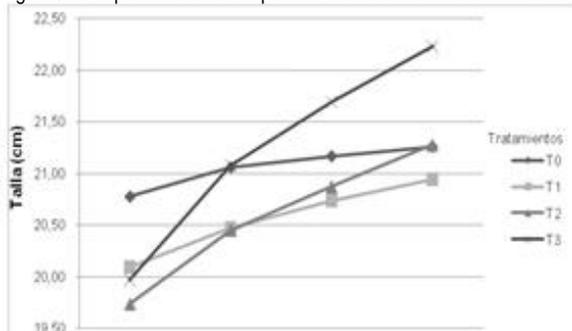


Figura 5. Talla promedio obtenida por tratamiento en los días evaluados

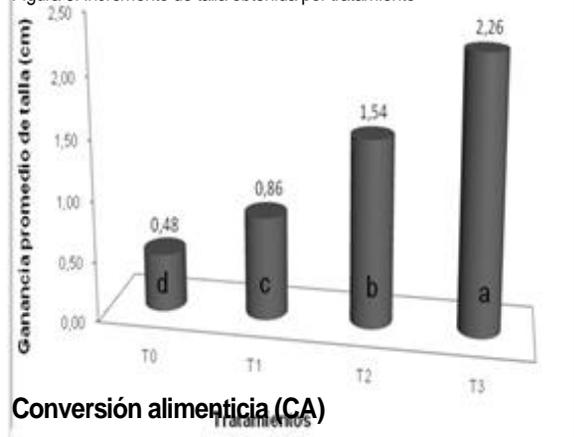


El incremento de talla fue T3 asignado con la letra (a) según figura 6. En orden de respuesta continuó el tratamiento T2 asignado con la letra (b), seguido del tratamiento T1 (c) y T0 (d) el cual presentó un incremento menor para la ganancia de talla.

Existen diversos factores que afectan el crecimiento de los peces, donde los requerimientos proteicos presentan importancia significativa [27]. Respecto a los requerimientos proteicos, es necesario considerar la calidad de las proteínas, el contenido de energía y la digestibilidad de los ingredientes, al incluir el ensilaje de pescado en las raciones para tilapias se garantiza que puedan contar con una cantidad importante de proteína de alto valor biológico, que se traduce en una adecuada disponibilidad de aminoácidos esenciales y alta digestibilidad de la proteína [28].

Comparando los resultados con los obtenidos en alevinos de tilapia roja a los cuales se suministró 0, 10, 20 y 30% de ensilado ácido de residuos de pescado, se observó una mayor ganancia de talla con las mayores inclusiones de ensilado [22]. En estudios realizados con ensilaje biológico en alevinos de Cachama, señaló que el aumento de la longitud de acuerdo a la inclusión de ensilado fue progresivo, aunque no se presentaron diferencias significativas [26]. Al evaluar el rendimiento de la tilapia de Nilo con dietas a base de ensilaje, reportan una ganancia de longitud para 0% de inclusión de 5,20 cm, 10% con 6,05 cm, 20% con 6,19 cm y 30% con 6,15 cm [29]. Por otro lado, en juveniles de tilapia reportan una ganancia de talla para el 30% de inclusión de ensilaje de 2,62 cm, seguida del 10 y 20% con 2,50 cm, y le siguen en su orden 40% con 2,47 cm y 0% con 2,42 cm [11], comportamiento similar al presentado en el presente estudio como se observa en la figura 6.

Figura 6. Incremento de talla obtenida por tratamiento

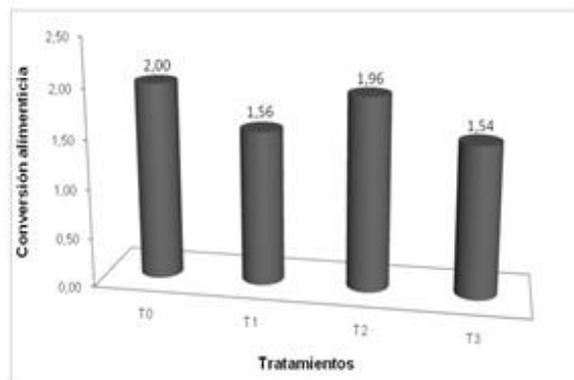


Mediante un análisis de varianza, los tratamientos asignados presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) para la variable conversión alimenticia, de acuerdo al porcentaje de inclusión de ensilaje biológico de residuos de pescado.

Se observó que el tratamiento T3 obtuvo una mejor conversión alimenticia comparada con los demás, según figura 7.

Este parámetro finalmente soporta las ventajas que presenta la inclusión de ensilaje biológico en la dieta, sumado a que los peces que reciben las dietas con ensilado de pescado son más activos en el momento de la alimentación, lo que demuestra que posiblemente hay una mayor palatabilidad, que se relaciona con las sustancias solubles disponibles que estimulan su consumo [11], aspecto congruente con los resulta-

Figura 7. Conversión alimenticia promedio



dos logrados, observando mejor conversión a mayor inclusión de ensilaje.

CONCLUSIONES

La digestibilidad aparente de los nutrientes evaluados en dietas que contienen ensilaje biológico de residuos de pescado fue superior al 90%, mostrando que la tilapia utiliza eficientemente los nutrientes presentes en este producto. Al no presentarse diferencias significativas para la digestibilidad aparente de los nutrientes, indica que el ensilaje biológico de residuos de pescado al ser incluido en las raciones para tilapia en la fase de engorde, no afecta la ingestión de los componentes alimenticios.

La dieta con inclusión del 30% de ensilaje biológico de residuos de pescado presentó ganancia de peso, incremento en talla y conversión alimenticia significativamente mayor con respecto a los tratamientos evaluados, relacionado probablemente a los altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados. Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con lo citado por diversos autores, logrando mejores resultados a mayor inclusión de ensilaje biológico de residuos de pescado.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Cauca por sus recursos, al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, al Centro Regional de Productividad e Innovación del Cauca y a las asociaciones de piscicultores de ASOPIM, ASPROINCA y APISMO.

REFERENCIAS

- [1] FAO. Estado mundial de la pesca y la acuicultura. ISSN 1020-5500. 2008
- [2] COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Cadenas Productivas en Pesca y Acuicultura. Disponible en línea: http://www.agrocadenas.gov.co/piscicultura/documentos/caracterizacion_piscicultura.pdf. Disponible en línea mayo de 2010
- [3] PEREA R, C., GARCÉS C, Y. J., HOYOS C. J. Diagnóstico de la producción piscícola en las estaciones de ASOPIM, APISMO y ASPROINCA (municipios de Suárez y Morales cauca), con énfasis en el manejo y aprovechamiento de los residuos. Proyecto: Valoración técnica económica de los subproductos obtenidos del proceso de transformación de la tilapia roja (*Oreochromis spp*) en la represa "La Salvajina", mediante el proceso de ensilaje, incluyéndolos en un programa de aprovechamiento de residuos sólidos para la disminución de los costos de producción. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Popayán, Cauca. p 20 -90. 2008.
- [4] EL-SAYED A, F. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia *Oreochromis spp*. *Aquaculture*, Amsterdam, v. 179, p. 149-168. 1999. [5] SILVA G, H. Utilização de macrófitas aquáticas flutuantes (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes* e *Salvinia molesta*) no tratamento de efluentes de piscicultura e possibilidades de aproveitamento da biomassa vegetal. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista. p 56. 2001.
- [6] MIDLEN, A. y REDDING, T. *Environmental Management for Aquaculture*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. p 223. 1998.
- [7] ESPEJO G, C. Determinación del valor nutricional de la soya integral (*Glycine max*) en la alimentación de la tilapia roja (*Oreochromis sp*). p 2 - 10. 2008. [8] MORAES O, M., GOMES S, M.E., DA SILVA C, C.A., PIMENTA, C.J., VIERA L, R. y EVANGELISTA F, P. Silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápias para girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw. 1802). Digestibilidade e desempenho. Universidad Federal de Larvas/UFLA. Brasil. p 1 - 6. 2005.
- [9] VIDOTTI, R.M., MACEDO V, E.M., y CARNEIRO, D.J. AMINOACID COMPOSITION OF PROCESSED FISH SILAGE USING DIFFERENT RAW MATERIALS. *Science Direct. Animal Feed Science and Technology*. p 1 - 5. 2004.
- [10] NANOCOLOR®. PF-11-04.04. Art.-Nr. 985 026. Art.-Nr. 918 72. Art.-Nr. 985 082. 2009.
- [11] MORAES O, M., GOMES S, M.E., DA SILVA C, C.A., PIMENTA, C.J., VIERA L, R. y EVANGELISTA F, P. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do nilo (*Oreochromis Niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. *Zootecnia e Medicina Veterinaria*. Universidade José do Rosário Vellano/ UNIFENAS. p 1 - 5. 2006.

- [12] BOSCOLO, W.R., HAYASHI, C., ALDI, F., MEURER, F., y SIGNOR A, A. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). 2008.
- [13] FERNÁNDEZ, J. Apparent Digestible Energy and Nutrient Digestibility Coefficients of Diet Ingredients for Pacu *Piaractus brachypomus*. *Aquaculture* (35) 2: 237-244. 2004.
- [14] PEZZATO L, E. Digestibilidade aparente de ingredientes para tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Brasil. 2002.
- [15] SANDBOL, P. Nueva tecnología en la producción de harina de pescado. Barcelona, España. 1993.
- [16] HETTICH M, C.A. Evaluación de la digestibilidad de dietas en trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*): sustitución parcial de harina de pescado por tres niveles de harina de lupino blanco (*lupinus albus*). Chile. 2004.
- [17] PEZZATO L. E. Digestibilidade aparente de fontes protéicas pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA. 1998.
- [18] ALBINATI, R. C. Estudos biométricos e nutricionais com girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*, Shaw, 1802). Universidade Federal de Viçosa. Brasil.
- [19] RAMOS O, V., DORADO, M. y CARO, E. O. 1994. Ensayo sobre la alimentación de la cachama negra (*Colossoma macropomum*) con pescado en los ácidos orgánicos e inorgánicos (ensilaje de pescado). *Boletín Científico INPA*. 1995.
- [20] BOSCOLO, W.R. La digestibilidad aparente de la energía y la harina de proteína para los residuos de fileteado de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y corvina (*Plagioscion squamosissimus*) y pan integral Canela Camarones (*Macrobrachium amazonicum*) para la tilapia del Nilo Occidental. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa. v. 33, n. 1. 2004.
- [21] SUGIURA, S.H. Utilization of fish and animal by-product meals in low-pollution feeds for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*. v.31, p.585-593. 2000.
- [22] PEREIRA C, A.R. Silagem biológica de peixe: alternativa para o aproveitamento de resíduos de filetagem de peixes. *Dissertação (Mestrado)* - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus. 2002.
- [23] HASSAN S, E.P. Comparación de monocultivo de tilapia y la carpa de policultivo en estanques de tierra fertilizados. *Oficial de la Sociedad Mundial de Acuicultura*. v.28, p.268-274. 1997.
- [24] TAVARES, S., y ROCHA, O. La producción de plancton (fitoplancton y zooplancton) se alimentan de organismos acuáticos. San Carlos, Rima. p 106.2003.
- [25] MATTOS C, J., CHAUCA F, L., SAN MARTIN, Fe.H., CARCELEN C, F., y ARBAIZA F, T. Uso del ensilaje biológico de pescado en la alimentación de cuyes mejorados. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*. 2003.
- [26] LESSI, L. Ensilajes de pescado en Brasil para la alimentación animal. Manaus: CPTA/INPA. Disponível em: <<http://www.fao.org/livestock/aphp134/cap3.htm>>. Acesso em: 11 ago. 2004.
- [27] WEBSTER, C.D., y Lim, C. Introduction to fish nutrition. Nutrient requirements and feeding of finfish for aquaculture. 2002.
- [28] TOLEDO, J., y Llanes, J. Manual práctico para nutrición y alimentación de peces. Documento manuscrito. Centro de Preparación Acuícola Mampostón. Habana. Cuba. 2002.
- [29] SALES, J., y BRITZ, P.J. Rendimiento de la tilapia del Nilo alimentada con cuatro dietas basadas en ensilaje de desechos de la pesca ecológica. *Acuicultura y Nutrición*. 2002.