



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL MAR DEL PLATA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Título: Utilización de harinas vegetales para el desarrollo de dietas de pre-engorde y engorde de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Autores: Barragán, A. O.; Zanazzi, N.; Gorosito, A. ; Cecchi, F. ; Prario, M. I.; Imeroni, J. C.; Mallo, J. C.

Año: 2017

Utilización de harinas vegetales para el desarrollo de dietas de pre-engorde y engorde de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) - Using vegetable meal diets for developing pre-fattening and fattening of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Barragán, Adrián¹ | Zanazzi, Nahuel¹ | Gorosito, Angelina¹ | Cecchi, Federico¹ | Prario, María¹ | Imeroni, Julio¹ y Mallo, Juan^{1,2}

1. Unidad Académica Mar del Plata (UTN).

2. Comisión de Investigaciones Científicas Bs.As. (CIC).

Dirección postal: Buque Dorrego n°281. Mar del Plata (7600). Buenos Aires. Argentina. E-mail: juancmallo@gmail.com

Resumen

El suministro de alimento en acuicultura representa uno de los aspectos fundamentales de esta actividad, pues constituye una parte muy importante de los costos de producción. Por ser la Tilapia nilotica (*Oreochromis niloticus*) una especie omnívora y tratando de buscar una dieta económica y nutricionalmente adecuada, en el presente trabajo se formularon diferentes dietas variando los porcentajes de harinas vegetales y de pescado. Éstas fueron una dieta control con un 10,01% de harina de soja, un 54,9% de harina de pescado y un 13,09% de harina de trigo (Dieta A), otra con un 40% de harina de soja, un 14,9 % de harina de pescado y un 32,5 % de harina de trigo (Dieta B) y finalmente una de 50 % de harina de soja, un 7 % de harina de pescado y un 32,7% de harina de trigo en su formulación (Dieta C), manteniéndose los mismos porcentajes en el resto de los componentes.

El bioensayo se realizó en el Laboratorio de Acuicultura de la Unidad Académica Mar del Plata, Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina. Su duración fue de 57 días de alimentación; el número de juveniles utilizados fueron de 10 por tratamiento en tanques de 250 litros dentro de un sistema de recirculación, cada uno con su respectivo duplicado. Los parámetros físico-químicos del agua se midieron diariamente con un multisensor "Horiba U10", manteniéndose estables dentro de los valores normales de pH, OD, nitritos, nitratos y amonio ionizado. Los juveniles fueron sembrados con un peso promedio de $179,63 \pm 2,35$ gr, y una densidad inicial de $7,17 \text{ kg/m}^3$. Al finalizar el experimento alcanzaron un peso promedio de $297,40 \pm 13,08$ gr (dieta A), $277,70 \pm 10,78$ gr (dieta B) y $264,77 \pm 13,56$ gr (dieta C), se efectuó un análisis de distintos indicadores nutricionales (IPD, PC, TCE, FCA, EA y TEP), un análisis de costos de cada alimento, un análisis proximal y sensorial de los filets cosechados.

Los valores de FCA mostraron una buena eficiencia en las tres dietas (A: $2,58 \pm 0,32$, B: $2,60 \pm 0,01$ y C: $2,53 \pm 0,09$), y resultados similares de crecimiento, apenas un tanto más elevado para la Dieta A. Al ser analizados los costos de cada alimento, se reducen ampliamente, casi en un 50%, al realizarse el engorde con las dietas B y C, respecto a la dieta A.

Palabras clave: alimentación| harinas| tilapia| engorde| costos| análisis sensorial.

Abstract

The supply of food in aquaculture represents one of the fundamental aspects of this activity, since it constitutes a very important part of the costs of production. Because *Tilapia nilotica* (*Oreochromis niloticus*) is an omnivorous species and trying to find an economically and nutritionally adequate diet, in the present work different diets were formulated varying the percentages of fish meal and vegetable meal. These were a control diet with 10.01% of soybean meal, 54.9% of fishmeal and 13.09% of wheat flour (Diet A), another with 40% of soybean meal, 14.9% of fishmeal and 32.5% of wheat flour (Diet B) and finally 50% of soybean meal, 7% of fishmeal and 32.7% of wheat flour in its formulation (Diet C), maintaining the same percentages in the rest of the components.

The experiment was carried out in the Laboratory of Aquaculture of the Unidad Académica Mar del Plata, Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina. Its duration was 57 days of feeding; the number of juveniles used was 10 per treatment in tanks of 250 liters within a recirculation system, each with its respective duplicate. The physical-chemical parameters of the water were measured daily with a "Horiba U10" multisensory, remaining stable within the normal values of pH, OD, nitrites, nitrates and ionized ammonia. The juveniles were sown with an average weight of 179.63 ± 2.35 g, and an initial density of $7.17 \text{ kg} / \text{m}^3$. At the end of the experiment they reached an average weight of 297.40 ± 13.08 g (diet A), 277.70 ± 10.78 g (diet B) and 264.77 ± 13.56 g (diet C), an analysis of different nutritional indicators (IPD, PC, TCE, FCA, EA and TEP) was carried out, an analysis of the costs of each food, a proximal and sensorial analysis of the harvested filets.

FCA values showed good efficiency in the three diets (A: 2.58 ± 0.32 , B: 2.60 ± 0.01 and C: 2.53 ± 0.09), and similar growth results, slightly higher for Diet A. Being Analyzed the costs of each food, are greatly reduced, almost 50%, when the fattening with diets B and C, with respect to diet A.

Key words: feeding|meals| tilapia| fattening|costs| sensory analysis.

Introducción

El crecimiento de la producción acuícola es exponencial debido al aumento de la demanda de peces comestibles entre la mayoría de países productores y consumidores, la misma aumentó a una tasa media anual del 6,2% en el período de 2000 a 2012 (FAO, 2014). En el año 2014 la producción de animales acuáticos procedentes de la acuicultura ascendió a 73,8 millones de toneladas (FAO, 2016).

Una de las principales conclusiones del informe "La pesca hasta 2030: Perspectivas de la pesca y la acuicultura", elaborado por el Banco Mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), es la predicción de que el 62% del pescado procederá de la acuicultura en 2030, fundamentalmente por el hecho de que la pesca de captura no elevará los actuales valores y además por el gran desarrollo de los últimos años que ubica a la acuicultura como la producción de alimento de mayor crecimiento porcentual (Banco Mundial, FAO, 2013).

Dentro de este crecimiento exponencial la tilapia posee un rol sumamente importante, por sus diversas cualidades para su cultivo. De hecho, las previsiones apuntan que la producción mundial de tilapia casi se duplique, desde 4,3 millones de toneladas a 7,3 millones anuales entre 2010 y 2030 (Banco Mundial, FAO, 2013).

Este es un pez de aguas templado cálidas, omnívoro, oriundo de la cuenca del Nilo, perteneciente a la familia Cichlidae. Sus principales características productivas son: resistencia a bajas concentraciones de oxígeno, rangos variados de salinidad, resistencia física al manipuleo, acelerado crecimiento, soportar altas densidades, etc. Es uno de los principales peces de cultivo de agua dulce en el mundo, ganando popularidad en años recientes en países desarrollados como Estados Unidos y países de Europa, también es muy consumida en la República Popular China y actualmente en Latinoamérica (FAO, 2014)

En Argentina, aunque la acuicultura es incipiente, muestra un crecimiento constante, superando según datos de la Dirección de Acuicultura las 4000 toneladas (2014), mostrando un potencial interesante para la actividad en el territorio (Panné Huidobro, 2015).

La acuicultura busca la reducción de costos para que dicha producción sea aún más rentable, por lo cual gran parte de las investigaciones actuales se centran en la formulación y elaboración de dietas, que representa el 50 % aproximadamente de los costos operativos. De esta manera se trabaja en la obtención de raciones balanceadas que no contengan o disminuyan en forma apreciable la necesidad de incluir harinas y aceites de origen marino en las fórmulas alimentarias, debiéndose mantener los valores nutricionales,

digestibilidad y palatabilidad para las diferentes especies bajo cultivo. (Luchini, 2011)

La producción mundial de harina de pescado, mostró un marcado incremento durante las últimas décadas, pasando aproximadamente del 10% de la producción anual en 1989, al 35% en el 2000, y al 73% para el 2010 (Baruah et al., 2004; Shepherd y Jackson, 2013).

Por otra parte, la industria acuícola compite por el uso de la harina de pescado con otros sectores de producción animal, que están utilizando cada vez más ingredientes a base de este insumo (Wright, 2004), por lo que es previsible que éste se volverá cada vez más escaso y costoso. Entre los ingredientes vegetales más estudiados como sustituto de la harina de pescado en dietas para peces, la soja y sus derivados, son considerados la fuente de proteína vegetal más importante, siendo utilizados con buenos resultados, inactivando mediante tratamiento térmico adecuado los inhibidores de las proteasas y el inhibidor de la tripsina (Martínez Palacios et al. 1996; Dersjant-Li, 2002; Gatlin et al., 2007). La harina de soja es un ingrediente bien balanceado en su perfil de aminoácidos, aunque como otras proteínas vegetales posee factores antinutricionales, como los inhibidores de la proteasa, el ácido fítico y las lectinas, además de los ya mencionados, que también deben ser inactivados para lograr su óptima absorción, también posee un costo razonable y su abastecimiento es estable. (Storebakken et al., 2000).

La soja es el principal cultivo de Argentina, tanto por la superficie sembrada como por su producción e ingreso de divisas (INTA, 2011) y según algunos registros realizados la producción de cereales alcanzó en la campaña 2007/2008, 44,4 millones de toneladas y un valor de \$11.300 millones. (INTA, 2012)

Tomando en cuenta que Argentina es un productor importante de oleaginosas y cereales, lo cual haría propicio su uso para el desarrollo de alimentos balanceados para acuicultura en la región, por su disponibilidad y precio, y que la Tilapia nilótica al ser omnívora, posee una tendencia significativa hacia hábitos herbívoros, esto haría factible el suministro de dietas de engorde a base de proteínas de origen vegetal remplazando en parte la harina de pescado.

La finalidad del presente trabajo es evaluar si la disminución de la proteína animal, en este caso la harina de pescado y su sustitución por proteína vegetal, harina de soja y de trigo, afecta al crecimiento de los peces y si es factible lograr el mismo rendimiento productivo reduciendo el costo del alimento sin perder su calidad nutricional para lograr un producto final de excelentes cualidades organolépticas totalmente aceptable para el consumo humano.

Material y Métodos

Se realizó un bioensayo en el Laboratorio de Acuicultura de la Unidad Académica Mar del Plata, Universidad Tecnológica Nacional (Buenos Aires, Argentina) (Figura 1), experimentando con tres dietas secas pelletizadas elaboradas en dicho laboratorio, proceso llevado a cabo mezclando los ingredientes secos en una mezcladora industrial por 15 minutos y luego del agregado de los componentes líquidos, mezclando otros 20 minutos. Esta mezcla fue posteriormente pelletizada en una máquina picadora de carne de 1 HP con una criba con orificios de 2 mm de diámetro. Los pellets húmedos fueron secados en estufa a 40°C (hasta un contenido máximo de humedad del 9,2%) y posteriormente almacenados en lugar fresco y seco (Figura 2). En su elaboración se variaron los porcentajes de harinas de soja, trigo y pescado a fin de reducir costos y optimizar crecimientos, según el método del Cuadrado de Pearson para balancear dietas (Steffens, 1987). Las mismas fueron una dieta control con un 10,01% de harina de soja, un 54,9% de harina de pescado y un 13,09% de harina de trigo (Dieta A), otra con un 40% de h. de soja, un 14,9 % de h. de pescado y un 32,5 % de h. de trigo (Dieta B) y por último una de 50 % de h. de soja, un 7 % de h. de pescado y un 32,7 % de h. de trigo en su formulación (Dieta C) (Tabla 1).



Figura1. Laboratorio de Acuicultura Unidad Académica Mar del Plata (UTN).

Para dicho ensayo se colocaron 10 ejemplares machos de *O. niloticus*, por duplicado para cada tratamiento, sembrados con un peso promedio de $179,63 \pm 2,35$ gr, y una densidad inicial de $7,17 \text{ kg/m}^3$. El cultivo se desarrolló en un sistema de recirculación compuesto por 6 tanques circulares de 250 litros cada uno, un decantador troncocónico de 100 litros que funcionaba como filtro mecánico, un tanque de 150 litros que se utilizaba como filtro biológico y una bomba centrífuga de $1 \frac{1}{2}$ HP de potencia, que garantiza una tasa de renovación de agua del 100% cada 166 minutos (Figura 4).



Figura 2. Dieta pelletizada utilizada para el bioensayo.



Figura 3 a y b. Muestreo de ejemplares a la finalización del bioensayo



Figura 4. Sistema cerrado con recirculación donde se desarrolló el bioensayo.

Ingredientes (%)	Dieta A (control)	Dieta B	Dieta C
Harina de pescado	54,9	14,98	7
Harina de soja	10,01	40	50
Harina de arroz	10	4,5	2,24
Harina de maíz	3,5	2,99	2,99
Harina de trigo	13,09	32.52	32,76
Harina de hueso	2	2	2
Aceite de pescado	6,5	3	3
Complejo Vitamínico	0,001	0,001	0,001

Tabla 1. Composición porcentual de las raciones experimentales.

Las raciones fueron suministradas cinco veces por día en horas de la mañana y de la tarde, en base a la tabla de alimentación utilizada en el Laboratorio (Alicorp, 2003) los días domingos y feriados no se alimentó y los días sábado se entregó media ración; se registró diariamente la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto con un multisensor "Horiba U 10" a lo largo de la totalidad del experimento.

Al finalizar la experiencia se efectuó un análisis de distintos indicadores nutricionales incremento en peso diario (IPD), porcentaje de crecimiento (PC), tasa de crecimiento específico (TCE), factor de conversión alimentario (FCA), eficiencia alimentaria (EA), tasa de eficiencia proteica (TEP), un análisis de costos de cada alimento, un análisis proximal y sensorial de los filets cosechados a fin de comparar los tres tratamientos y determinar la dieta que aporta mejores cualidades organolépticas del producto final.

La evaluación sensorial se llevó a cabo en la Unidad Académica MDP de la Universidad Tecnológica Nacional, la cual cuenta con un laboratorio de Análisis con un área específica de Análisis Sensorial. Este ensayo se desarrolló con un panel semi-entrenado de nueve evaluadores utilizando el Test de comparación múltiple (Wittig de Penna, 2001). Este consiste en efectuar la comparación simultánea de varias muestras, refiriéndolas a un estándar, ya que resulta muy útil para evaluar el efecto de variaciones en la formulación. Los atributos seleccionados para su evaluación fueron color, olor y sabor del musculo de pescado cocido siguiendo los lineamientos de cocción al horno según (CAC/GL 31-1999) para cada uno de los tratamientos.

Resultados

Los parámetros de calidad del agua, a lo largo del experimento registraron los siguientes valores: la temperatura fue de $25,25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, el pH de $7,86 \pm 1$, el oxígeno disuelto de $5,88 \pm 2$ mg/l y los valores de amoníaco, nitritos y nitratos fueron los normales para esta especie (0,25 a 0,30 mg/l).

Luego de 57 días de alimentación, los juveniles de *O. niloticus* llegaron a un peso promedio de $297,40 \pm 13,08$ gr y una densidad final de $10,70$ kg/m³ (Dieta A), $277,70 \pm 10,78$ gr y $10,01$ kg/m³ (Dieta B), y $264,77 \pm 13,56$ gr y $9,53$ kg/m³ (Dieta C) (Figura 3 a y b) en base a estos resultados se analizaron los diferentes indicadores nutricionales (Tabla 2), índices corporales (Tabla 3) y las curvas de crecimiento en peso correspondiente a cada tratamiento (Figura 5), además se realizó un análisis proximal de los alimentos utilizados (Tabla 4), un análisis proximal (Tabla 5) y sensorial de los filets cosechados y un análisis de costos (Tabla 6),

Se calculó en cada tratamiento con el fin de observar la relación del crecimiento entre el peso y el largo, el denominado factor K, el que dio los siguientes resultados: Dieta A 4,54, Dieta B 4,01 y Dieta C 3,83 lo que nos indica una mayor robustez en los alimentados con la dieta control (dieta A) que los alimentados con soja al 40 y 50% (Dietas B y C), sin existir entre ellos diferencias significativas.

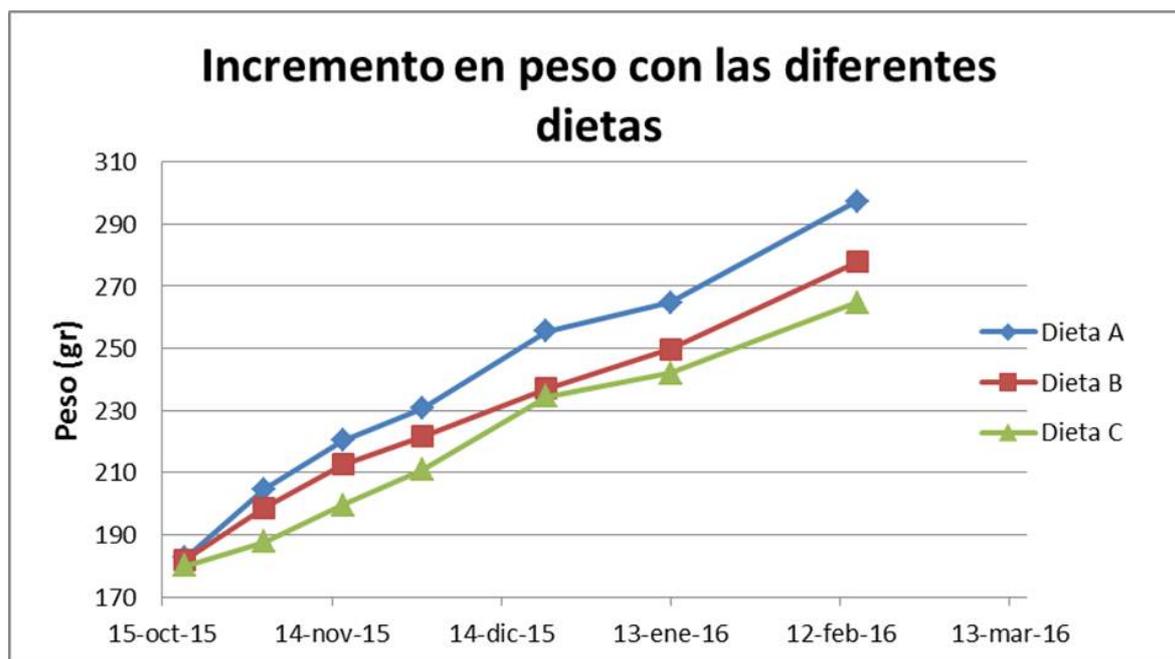


Figura 5. Curvas de incremento en peso para cada tratamiento.

Indicadores Nutricionales	Dieta A	Dieta B	Dieta C
IPD (gr)	2,01±0,29	1,68±0,14	1,59±0,31
PC (%)	38,40±3,36	34,41±2,12	33,87±3,95
TCE (% diario)	1,50±0,17	1,30±0,10	1,28±0,1
FCA	2,58±0,32	2,60±0,01	2,53±0,09
EA (%)	39,24±4,83	38,42±0,25	39,53±1,41
TEP	1±0,3	1,31±0,36	1,75±0,24
Supervivencia (%)	90	90	90

Tabla 2. Indicadores nutricionales

	Dieta A	Dieta B	Dieta C
Largo total (cm)	22,65±1,04	24,15±1,02	23,72±1,04
Largo estándar (cm)	18,75±1,01	19,05±1,01	19,05±1,01
Largo cefálico (cm)	5,45±0,5	5,75±0,4	6,1±0,6
Peso total (gr)	297,40 ±13,08	277,70 ± 10,78	264,77 ±13,56

Tabla 3. Índices corporales.

Determinación	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Unidades	Método
Humedad	2,7	4,1	9,2	%	Norma IRAM 15010 Parte 1
Ceniza	15,9	7,7	5,1	%	Norma IRAM 15011 Parte 1
Grasa	11,7	12,4	12,8	%	Norma IRAM 15040 Parte 1
Proteína	40,5	28,6	25,2	%	Norma IRAM 15020 Parte 1
Carbohidratos	29,2	47,2	47,7	%	Método por calculo
Valor energético	384,1	414,8	406,8	Kcal/100 g	Método por calculo

Tabla 4 Análisis proximal de las dietas utilizadas

Determinación	Dieta A	Dieta B	Dieta C	Unidades	Método
Humedad	80,5	81,4	81,6	%	Norma IRAM 15010 Parte 1
Ceniza	1,2	1,2	1,2	%	Norma IRAM 15011 Parte 1
Grasa	0,1	0,2	0,1	%	Norma IRAM 15040 Parte 1
Proteína	18,3	17,4	17,5	%	Norma IRAM 15020 Parte 1
Carbohidratos	< 0,1%	< 0,1%	< 0,1%	%	Método por calculo
Valor energético	73,7	70,6	69,3	Kcal/100 g	Método por calculo

Tabla 5. Análisis proximal de cada tratamiento de los filets cosechados.

Los resultados obtenidos muestran valores similares con respecto al crecimiento, apenas un tanto más elevado para la Dieta A, pero al analizar los factores de conversión alimentaria los cuales fueron afines, y al contrastarlos con los costos de cada alimento, se ve que se reducen ampliamente los costos al realizarse el engorde con las Dietas B y C, la mitad que con la Dieta A.

En los resultados mostrados en el análisis sensorial de las tres dietas ensayadas, se observó que tanto el color y olor no hubo diferencia significativas entre las dietas B y C pero si se demostró que hubo una diferencia estadísticamente significativa en relación con la dieta A.

Color

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Dieta A	9	5,167	A
Dieta B	9	5	B
Dieta C	9	3,833	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

Olor

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Dieta A	9	5,667	A
Dieta B	9	5,167	A
Dieta C	9	3,833	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%

En cuanto al atributo sabor, se observó que la dieta B era más suave en relación con los demás tratamientos realizados, encontrando diferencias significativas entre las muestras ensayadas.

Sabor

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Dieta A	9	4,667	A
Dieta B	9	6	A B
Dieta C	9	3,833	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.
Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%.

Los resultados mostrados en el análisis sensorial de las tres dietas ensayadas, se observó que tanto el color, olor y textura no hubo diferencia significativas entre las dietas B y C pero si se demostró que hubo una diferencia estadística en relación con la Dieta A.

En cuanto al atributo más destacable fue el sabor, donde se determinó que el de la dieta B era levemente más suave, atenuando el sabor de los filetes de los peces alimentados con la dieta A (con mayor proporción de harina de pescado), determinando de esta manera la aceptación por parte del consumidor, de los filetes de los peces alimentados con mayor proporción de harina de soja.

Se analizaron los costos de las diferentes dietas y el de una dieta comercial convencional utilizada para el engorde de esta especie (Mallo, et al, 2016). En los resultados obtenidos se pueden observar que la dieta B (40% de harina de soja y 14,98% de harina de pescado) posee costos significativamente menores a los de la dieta A o control (10,01% de soja y 54,9% harina de pescado y la dieta comercial. (Tabla 6)

Dietas	A	B	C	Comercial
Costo del alimento por Kg (us\$)	0,71.-	0,40.-	0,31.-	1,57.-

Tabla 6. Costos de cada alimento. Precios en dólares USA por Kg (mayo de 2016)

Discusión

Los valores obtenidos en este bioensayo respecto a los parámetros de calidad del agua, temperatura $25,2 \pm 1^\circ\text{C}$, pH $7,86 \pm 1$, oxígeno disuelto $5,88 \pm 2$ mg/l, nitrógeno total, amoníaco, nitritos y nitratos $0,25$ a $0,30$ mg/l, se encuentran dentro de los rangos convenientes para el cultivo de esta especie (Kuanhong, 2011).

En el trabajo de Llanes y Toledo (2011) quienes experimentaron durante 60 días con alevines de *Tilapia nilótica* con un peso inicial de $12,82 \pm 0,03$ g llegando a un peso medio final de $63,3$ y $66,4$ g, con una dieta control con 50 % de harina de soja y dos experimentales, con 55 y 60 % de dicha harina. Los resultados mostraron que el tratamiento con 55 % de harina de soja con respecto al control no presentó diferencias significativas para el peso final ($63,3$ y $66,4$ g), la conversión del alimento (1,8 y 1,7) y la eficiencia proteica (1,9 y 2,0), pero la inclusión del 60% de harina de soja dio un menor peso final, mayor conversión alimentaria y menor eficiencia proteica. Algunos trabajos de la Asociación Americana de la Soja, como los de Cremer y Jian (2003) con tilapias rojas (78 g de peso), y los de Manomaitis y Cremer (2006) con tilapias del Nilo (145 g) informaron incrementos sustanciales en el peso y buenas conversiones alimentarias, a partir de dietas basadas en altos porcentajes de inclusión (52 y 45%, respectivamente) de harina de soja extrusada (47,5% proteína bruta). Huang (2005) aplicó 57% de inclusión de harina de soja descascarada (46% proteína bruta, 0,73% de metionina y 3,4% de fibra) como única fuente de proteína en híbridos de tilapias (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) de 155 g de peso y no obtuvo diferencias en el crecimiento y utilización del alimento con respecto a las dietas con 10 y 20% de harina de pescado. La harina de soja es una excelente fuente de proteína y se puede incluir hasta niveles de 55% (harina de soja, 44% proteína bruta) en raciones para alevines de Tilapias del Nilo. (Llanes y Toledo, 2011). En nuestro experimento se trabajó con ejemplares juveniles y las dietas con un 40% de harina de soja y 14,98% de harina de pescado dieron muy buenos resultados (FCA $2,60 \pm 0,01$ y un TCE diario de $1,30 \pm 0,10$ %).

En este experimento, comparando con los resultados de TEP obtenidos por Llanes Iglesias, et al (2006), quienes trabajaron con diferentes ensilados con un 25% y dieta comercial con un 30% de proteína bruta, en alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) de $3,50 \pm 0,5$ g de peso, que

fueron valores entre 1,07 y 1,02; podemos decir que nuestros resultados que variaron entre $1 \pm 0,3$ (dieta control), $1,31 \pm 0,36$ (40% soja) y $1,75 \pm 0,24$ (50% soja) con un nivel de proteína entre 40,5 y 25,2% respectivamente, resalta como muy destacable el reemplazo no en forma total de harina de pescado por harina de soja.

Además por los resultados obtenidos de crecimiento en los animales alimentados con las dietas B y C (menores porcentajes de h. de pescado y mayores porcentajes de h. de soja y trigo), son coincidentes con las citas de Goda et al. (2007) y Toledo et al (2008), quienes plantearon que las tilapias utilizan eficientemente los carbohidratos de la ración. Esta característica es muy favorable porque los alimentos ricos en almidón son de menor costo.

Los resultados de TEP y FCR concuerdan en este caso con Lazzari et al. (2006), indicando un mejor desempeño productivo cuando la especie es alimentada con dietas compuestas por una combinación adecuada de harinas de origen animal (harina de carne y hueso, y harina de pescado) con harina de soja, y que su elección debería determinarse en cada circunstancia, según los precios de los insumos disponibles y los desempeños en crecimiento de los peces en cultivo. Sin embargo, debe profundizarse más el estudio de utilización de insumos alternativos a la harina de pescado para el desarrollo de fórmulas económicas que optimicen tanto el crecimiento como la conversión alimentaria de los peces.

Los resultados sensoriales mostraron una diferencia significativa entre el color de los filets de los animales alimentados con la dieta A en relación a los otros dos tratamientos evaluados. En cuanto al atributo olor no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las tres dietas ensayadas. En el atributo sabor se observó que la dieta B fue la de mayor aceptación por parte de los evaluadores y al extrapolar estos resultados a un panel de consumidores se podría obtener un producto de excelentes cualidades organolépticas siendo posible lograr una amplia aceptación de los filets de los peces alimentados con mayor porcentaje de harina de soja.

Conclusiones

En el presente estudio, la dieta Control (dieta A) mostró el mejor crecimiento y mejores valores de TCE diario y de FCR, aunque las diferencias con las otras dietas (40 y 50% de harina de soja) no fueron significativas. Es muy importante resaltar que respecto a los costos de las diferentes dietas e incluso su comparación con una dieta comercial de venta en el mercado utilizada en otras experiencias (Mallo, et al. 2015; 2016), éstos fueron significativamente menores y que conjuntamente con los valores de crecimiento, de los análisis sensoriales y los de los indicadores nutricionales obtenidos con el agregado del 40% de harina de soja y solo el 14,98% de harina de pescado, podemos inferir que esta dieta es muy recomendada para el engorde de la especie Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*).

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Directora de la Unidad Académica Mar del Plata (UTN) Lic. Juana Bau por el constante apoyo a la investigación que realiza el Grupo de Investigación Acuicultura.

Bibliografía

- Alicorp S. 2003. Manual de crianza de Tilapia. Lima. Perú. 49pp.
- Banco Mundial, FAO. 2013. Fish to 2030. Prospects for Fisheries and Aquaculture. World Bank Report number 83177. Washington DC. 102pp.
- Baruah, K.; Sahu, N.P.; Pal, A. K.; Debnath, D. 2004. Dietary pyhtase: An ideal approach for a cost effective and low-polluting aquafeed. NAGA, vol. 27 (3):15-19.
- CAC/GL 31-1999. Directrices del CODEX para la evaluación sensorial del pescado y los mariscos en laboratorio. pp.5
- Cremer, M. C.; Jian,Z. 2003. Red Tilapia Production in LVHD Cages (High Density Fish Culture in Low Volume Cages) with a Soy-Based Feed: Hainan, China Results of ASA/China 2003 Feeding Trial 35-03-113.
- Dersjant-Li, Y. 2002. The use of soy protein in aquafeeds. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie D., Tapia-Salazar M., Gaxiola-Cortés M.G., Simoes N. (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Cancún, Quintana Roo, México; pp. 541–558.
- FAO. 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Oportunidades y desafíos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2014. 274 Pp. ISBN 978-92-5-308275-9 (edición impresa). E-ISBN 978-92-5-308276-6.
- FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp
- Gatlin, D.M.; Barrows, F.T., Brown, P.; Dabrowski, K.; Gaylord, T.G.; Hardy, R.W.; Herman, E.; Hu, G.; Krogdahl, Å.; Nelson, R.; Overturf, K.; Rust, M.; Sealey, W.; Skonberg, D.; Souza, E.J.; Stone, D.; Wilson, R.; Wurtele, E. 2007. Expanding the Utilization of Sustainable Plant Products in Aquafeeds. A Review. Aquaculture Research. 38; pp.
- INTA. 2011. Calidad industrial de cultivares de soja de grupos de madurez en Argentina. Campaña 2009-2010. www.inta.gob.ar
- INTA. 2012. Diversificación de la producción de cereales y oleaginosas. Proyecto Integrado Cartera 2009 – 2012. www.inta.gob.ar
- Kuanhong, M. 2011. Biology of major freshwater cultivated fishes in China. En: Reference material for China-Aid Training Program. Training Course on Aquaculture for Development Countries. Organizer by Freshwater Fisheries Res. Center of Chinese. Academy of Fishery Sci. Wuxi, China. p. 401
- Llanes Iglesias J E., Toledo Pérez J.; Lazo de la Vega J M. 2006. Producción de alimento húmedo a partir de ensilados de pescado para la alimentación de Tilapia roja (*Oreochromis niloticus*). Revista AquaTIC, n° 25, pp. 16-21 ISSN 1578-4541.
- Llanes Iglesias J. E.; Toledo Pérez J. 2011. Desempeño productivo de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) con la inclusión de altos niveles de harina de soya en la dieta. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Tomo 45. N° 2. 183-186.
- Luchini L. 2011. Acuicultura y nutrición: formulas y raciones formuladas para especies de clima subtropical y templado: pacú, randia, amur, tilapia y langosta

de pinzas rojas, 2011. Congreso CAENA, 2011).

Mallo J. C, Zanazzi N., Tranier E., Gorosito A., Fernández Subiela M., Castellini D., Barragán A.; Cecchi F. 2015. Producción de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) en sistemas cerrados de recirculación. IV SIMPOSIO ARGENTINO DE ICTIOLOGÍA: "Integrando la Ictiología continental y marina". Mar del Plata. Argentina.

- Mallo J. C, Zanazzi N., Tranier E., Gorosito A., Barragán A., Cecchi F., Fernández Subiela M., Castellini D.; J. Imeroni. (en evaluación). Primer ensayo experimental de engorde de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) en sistema cerrado de recirculación en Mar del Plata, Argentina. Ciencia Pesquera INAPESCA Instituto Nacional de Pesca. México D.F. México.
- Manomaitis, L.; Cremer M. 2006. Growth Performance of tilapia fed soy-based feed in low volume, high density cages on Phu Long Reservoir, Dalai, Ninh Binh, Yen Khanh District, Vietnam. Results of ASA-IM/Soy-in-Aquaculture 2006 Feeding Demonstration Project.
- Martínez Palacios, C.A.; Chávez Sánchez, M.C.; Olvera Novoa, M.A.; Abdo de La Parra, M.I. 1996. Fuentes alternativas de proteínas vegetales como substitutos de la harina de pescado para la alimentación en acuicultura. En: Avances en Nutrición Acuícola III. Memorias del III Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. UANL. Monterrey, Nuevo León, México, pp. 279-323.
- Panné Huidobro, S. 2015. Producción por Acuicultura en Argentina en el 2015. Dirección de Acuicultura. Dirección Nacional de Planificación Pesquera. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Ministerio de Agroindustria
- Petrovna, G.; León, R. 2006. Aspectos ambientales, nutricionales y reproductivos de la tilapia. Tilapia. En: Aspectos biológicos y productivos. Eds. Petrovna, G., Santerre, A., Casas, J., Peregrina, J., León, R. Universidad de Guadalajara. México, p. 75
- Shepherd, C.J; Jackson, A.J. 2013. Global fishmeal and fish-oil supply: inputs, outputs and markets. Journal of Fish Biology, 83: 1046–1066
- Steffens, W. 1987. Principios fundamentales de la alimentación de los peces. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España, 275 pp
- Storebakken, T., Shearer, K.D.; Baeverfjord, G., Nielsen, B.G.; Asgard, T.; Scott, T.; De Laporte, A. 2000. Digestibility of macronutrients, energy and amino acids, absorption of elements and absence of intestinal enteritis in Atlantic salmon, *Salmosalar*, fed diets with wheat gluten. Aquaculture 184; pp. 115-132.
- Wittig de Penna, E. 2001. Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Capítulo IV. Edición Digital reproducida con autorización del autor. Biblioteca digital de la Universidad de Chile. (SISIB).
- Wright, I. 2004. Salmon by-products. Aqua Feeds: Formulation y Beyond, vol. 1; pp.10-12.

REDVET: 2017, Vol. 18 N° 9

Este artículo Ref. 081701_REDVET está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090917.html>
concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090917/091701.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET®- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>