

# Partial replacement of fishmeal by meat silage in extruded diets for *Clarias gariepinus*

## Reemplazo parcial de harina de pescado por ensilado cárnico en dietas extrusadas para *Clarias gariepinus*

J. E. Llanes<sup>1</sup>, J. Toledo<sup>1</sup>, Anaisy Portales<sup>1</sup> and Lucia Sarduy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas, Carretera Central km 20 ½, Loma de Tierra, Cotorro, La Habana, Cuba

<sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba  
Email: jose@eindta.alec.cu

In order to evaluate the partial replacement of fish meal by chemical silage of pig by-products in extruded diets to feeding fish, a total of 360 small fish of *Clarias gariepinus* (10.15 ± 0.01 g initial weight and 11.8 ± 0.01 cm) were used, randomly placed in three treatments with three repetitions, according to one-way model. The treatments were a control diet, with 35 % of fish meal and two experimental, with levels of 10 and 20 % (dry basis) of chemical silage with pig by-products, representing substitution of 28.75 % and 57.14 % of fish meal, respectively. The survival was high in all treatments (100 to 96%). The food and protein supplied per fish were reduced (P < 0.05) in 8.64 g and 3.09 g respectively, for 20% of pig by-products with respect to the control. There were significant differences (P < 0.001) in growth. In the treatments with 10 and 20 % of chemical silage of pig by-products, the final weights were 7.4 g and 28.33 g lower than in the control, and the length was only statistically reduced 3.26 cm for 20% of chemical silage of pig by-products. The conversion factor was affected at 530 g more of food/kg of live weight, when including 20% of by-product chemical silage, as well as protein efficiency, which decreased with that treatment. The condition factors K were similar for the three evaluated diets. It is concluded that silage can be acceptable up to 10% (dry basis) in extruded diets for *Clarias gariepinus* and higher levels markedly reduce productive indicators.

Key words: *feeding, catfish, clarias, chemical silage of pig by-products*

In Cuba, it is necessary to intensively develop the fish industry in order to increase the production of fish destined for human consumption. The prolongation of drought periods and the small territorial extension are factors that limit the growth of the fish industry in the country.

At present, modern technologies of intensive culture of African catfish *Clarias gariepinus* with imported feed are evaluated. However, the sustainability of these systems from national produced feed is an urgency. Llanes *et al.* (2017) evaluated two extruded diets, with 25 and 35% of fish meal (FM) as the sole source of animal protein, alternative to commercial foods SKRETTING® ME-2 and 3 mm Catfish Start. These authors did not find significant differences in growth, but food efficiency was higher with the highest FM level (35 %). From these results, they pointed out the

Para evaluar el remplazo parcial de harina de pescado por ensilado químico de subproductos de cerdos en dietas extrusadas para la alimentación de peces, se utilizaron 360 alevines de *Clarias gariepinus* (10.15 ± 0.01 g peso inicial y 11.8 ± 0.01 cm), ubicados al azar en tres tratamientos con tres repeticiones, según modelo de clasificación simple. Los tratamientos fueron una dieta control, con 35 % de harina de pescado y dos experimentales, con niveles de 10 y 20 % (base seca) de ensilado químico con subproductos de cerdo, que representaron sustitución de 28.75 % y 57.14 % de harina de pescado, respectivamente. La supervivencia fue alta en todos los tratamientos (100 a 96 %). El alimento y la proteína que se suministraron por pez se redujeron (P < 0.05) en 8.64 g y 3.09 g respectivamente, para 20 % de subproductos de cerdo con respecto al control. Se encontraron diferencias significativas (P < 0.001) en el crecimiento. En los tratamientos con 10 y 20 % de ensilado químico de subproductos de cerdo, los pesos finales fueron 7.4 g y 28.33 g menos que en el control, y la longitud solo se redujo estadísticamente 3.26 cm para 20 % de ensilado químico de subproductos de cerdo. El factor de conversión se afectó en 530 g más de alimento/kg de peso vivo, al incluir 20 % de ensilado químico de subproducto, al igual que la eficiencia proteica, que disminuyó con ese tratamiento. Los factores de condición K fueron similares para las tres dietas evaluadas. Se concluyó que el ensilado puede ser aceptable hasta 10 % (base seca) en dietas extrusadas para *Clarias gariepinus* y que niveles más altos reducen marcadamente los indicadores productivos.

Palabras clave: *alimentación, bagres, clarias, ensilado químico de subproductos de cerdo.*

En Cuba, es necesario desarrollar de manera intensiva la industria piscícola para poder incrementar las producciones de pescado destinado al consumo humano. La prolongación de los periodos de sequía y la poca extensión territorial son factores que limitan el crecimiento de la industria piscícola en el país.

En la actualidad, se evalúan modernas tecnologías de cultivo intensivo de bagres africanos *Clarias gariepinus* con piensos importados. Sin embargo, la sostenibilidad de estos sistemas a partir de piensos de producción nacional es una urgencia. Llanes *et al.* (2017) evaluaron dos dietas extrusadas, con 25 y 35 % de harina de pescado (HP) como única fuente de proteína animal, alternativa a los alimentos comerciales SKRETTING® ME-2 y 3 mm Catfish Start. Estos autores no encontraron diferencias significativas en el crecimiento, pero la eficiencia alimentaria fue superior con el mayor nivel

need to incorporate other cheaper protein sources, which allow to increase dietary protein levels and to reduce those of FM, an import ingredient with low availability and high prices.

Pig and beef slaughter wastes are used for the supplementation of vegetable feeds in the clarias feeding in Cuba. They are big organs, and the most used are the lungs, stomach, intestines, trachea and liver, not suitable for human consumption. To ensure health and nutritional safety, these organs are acidified (Toledo and Llanes 2013) at room temperature or cooked for their daily use.

Portales *et al.* (2015) prepared a chemical silage with pig by-products (lungs, stomach and liver) and found levels in dry base of 62.6 % CP and 21.84 % fat. This could be viable as a substitute for FM in extruded diets. The objective of this study was to evaluate the partial replacement of fish meal by chemical silage of pig by-products (CS) in extruded diets for *Clarias gariepinus*.

### Materials and Methods

The bioassay was carried out in the Laboratorio de Nutrición de la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas, La Habana, Cuba. Three diets were tested: 35 % FM(D-I Control), according to the results of Llanes *et al.* (2017), 10 % inclusion of CS(D-II), which represented a substitution of 28.57 % of the amount of FM of the control and 20 % of CS (D-III) for a 57.14 % replacement of FM ( table1).

**Silage preparation.** A mixture consisting of 40 % of lungs, 40 % of confiscated livers and 20% of pig stomachs was used, ground in a (JAVAR ®, Colombia) meat mill. The resulting paste was homogenized and 1 % (p/v) 98 % sulfuric acid was added (Toledo and Llanes 2013). Later, it was stored in a plastic container with caps for five days.

**Diets preparation.** The meals (fish, soybean and

de HP (35 %). A partir de estos resultados, señalaron la necesidad de incorporar otras fuentes de proteína más económicas, que permitan aumentar los niveles de proteína dietética y disminuir los de HP, ingrediente de importación con baja disponibilidad y altos precios.

Los desechos del sacrificio de cerdo y vacuno se utilizan para la suplementación de los piensos vegetales en la alimentación de clarias en Cuba. Son órganos grandes, y entre los más utilizados se encuentran los pulmones, estómago, intestinos, tráquea e hígado no apto para el consumo humano. Para garantizar la seguridad sanitaria y nutricional, estos órganos se acidifican (Toledo y Llanes 2013) a temperatura ambiente o se cocinan para su uso diario.

Portales *et al.* (2015) prepararon un ensilado químico con subproductos de cerdo (pulmones, estómago e hígado) y encontraron niveles en base seca de 62.6 % de PB y 21.84 % de grasa. Esto pudiera resultar viable como sustituto de la HP en dietas extrusadas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el reemplazo parcial de harina de pescado por ensilado químico de subproductos de cerdos (EC) en dietas extrusadas para *Clarias gariepinus*.

### Materiales y Métodos

El bioensayo se desarrolló en el Laboratorio de Nutrición de la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas, La Habana, Cuba. Se ensayaron tres dietas: 35 % de HP (D-I Control), según los resultados de Llanes *et al.* (2017), 10 % de inclusión de EC (D-II), que representó sustitución de 28.57 % de la cantidad de HP del control y 20 % de EC (D-III) para un 57.14 % de remplazo de la HP (tabla 1).

**Preparación del ensilado.** Se utilizó una mezcla constituida por 40 % de pulmones, 40 % de hígados decomisados y 20 % de estómagos de cerdos, molidos en un molino de carne (JAVAR ®, Colombia). La pasta resultante se homogenizó y se adicionó 1 % (p/v)

Table 1. Percent and chemical composition of the experimental diet (g/100 g)

Ingredients	D-I Control	D-II 28.57 %	D-III 57.14 %
Fish meal	35	25	17.5
Chemical silage of pig by-products	0	10	20
Soybean meal	34	35	35
Wheat meal	23.5	24	22.5
Soybean oil	6.5	5	4
*Vitamin-Mineral mixture	1	1	1
Dry matter	91.8	90.1	89.4
Crude protein	41.8	41.6	42.7
Digestible energy MJ /Kg	13.15	13.31	13.55

\*Vitamin-mineral mixture (kg of diet): Vitamin A, 500IU; Vitamin D, 100IU; Vitamin E, 75 000 mg; Vitamin K, 20 000 mg; Vitamin B1, 10 000 mg; Vitamin B3, 30 000 mg; Vitamin B6, 20 000 mg; Vitamin B12, 100 mg; Vitamin D, 60 000 mg; Niacin, 200 000 mg; Folic acid, 500 mg; Biotin, 0.235 mg; Selenium, 0.2 g; Iron, 80 g; Manganese, 100g; Zinc, 80g; Copper, 15g; Potassium chloride, 4g; Manganese oxide, 0.6g; Sodium bicarbonate, 1.5g; Iodine, 1.0g; Cobalt, 0.25g

wheat) were ground in a hammer mill, to a particle size of 250  $\mu\text{m}$  and there were mixed in a (HOBART MC-600®, Canada) mixer for 10 min. Subsequently, the soybean oil, the vitamin-mineral mixture and the CS were added in a humid form (10 and 20 % of inclusion on the basis to the dry matter, with previous neutralization with 50% sodium hydroxide) and them mixed for an additional 10 min continue. The clustering of diets was performed in an (DGP 70, China) extruder with 3 mm diameter and the pellets were dried in a (Selecta, Spain) oven at 60 °C for 24 h. The control food was prepared under the same conditions as the experimental ones. The bromatological determinations were performed according to the methods described by AOAC (2016). The digestible energy was calculated according to the caloric coefficients 23.7 MJ/kg of crude protein, 39.5 MJ/kg of fats and 17.2 MJ/kg of carbohydrates (Guillaume 1999).

*Growth bioassay:* A total of 360 small fish of *Clarias gariepinus* (10.15  $\pm$  0.01g average initial weight and 11.8  $\pm$  0.01 cm) were used, randomly placed in three treatments with three repetitions, according to a one-way model. The experimental units were nine cement circular container, 68 L capacity, with 40 fish each and 0.2 L/min water flow for 24 h. The values of temperature and dissolved oxygen were daily recorded with a digital (HANNA, Rumania) oximeter. Ammonia levels were weekly measured using a colorimetric water kit (Aquamerck, Alemania).

The rations were given at 4.6 % body weight/d for 60 d and were fitted every 15 d. At the end of the bioassay, the animals were individually weighed for the calculation of the productive indicators: supplied food = added food/number of final animals, supplied protein = added protein/number of final animals, final average weight, final length, feed conversion factor (FCF) = added food/weight gain, protein efficiency rate (PER) = weight gain/ supplied protein, condition factor (K) = weight/length<sup>3</sup> x 100, survival (S) = number of final animals/number of initial animals x 100.

*Statistical analysis:* Assumptions of normality and homogeneity were tested and a one-way analysis of variance (ANOVA) was performed using the statistical package INFOSTAT, version 2012 (Di Rienzo *et al.* 2012). When differences were found ( $P < 0.05$ ), the means were compared by Duncan (1955) multiple range decimal.

## Results and Discussion

During the experimental period, the temperature and dissolved oxygen of the water of the container ranged from 25.7 to 26.9 °C and 5.1 to 6.0 mg/L, respectively. The ammonia level was maintained at levels of 0.01 mg/L by the water circulation.

de ácido sulfúrico al 98 % (Toledo y Llanes 2013). Posteriormente, se almacenó en un recipiente plástico con tapa durante cinco días.

*Preparación de las dietas.* Se molinaron las harinas (pescado, soya y trigo) en un molino de martillo criollo, a un tamaño de partícula de, aproximadamente, 250  $\mu\text{m}$  y se mezclaron en una mezcladora (HOBART MC-600®, Canadá) durante 10 min. Posteriormente, se les adicionó el aceite de soya, la mezcla vitamino-mineral y el EC en forma húmeda (10 y 20 % de inclusión en base a la materia seca, con previa neutralización con hidróxido de sodio al 50 %) y se continuó el mezclado durante 10 min más. La aglomeración de las dietas se realizó en una extrusora (DGP 70, China) con diámetro de 3 mm y los pellets se secaron en una estufa (Selecta, España) a 60 °C durante 24 h. El alimento control se preparó en iguales condiciones a las experimentales. Las determinaciones bromatológicas se realizaron según los métodos descritos por AOAC (2016). La energía digestible se calculó según los coeficientes calóricos 23.7 MJ/kg de proteína bruta, 39.5 MJ/kg de grasas y 17.2 MJ/kg de carbohidratos (Guillaume 1999).

*Bioensayo de crecimiento:* Se utilizaron 360 alevines de *Clarias gariepinus* (10.15  $\pm$  0.01g peso promedio inicial y 11.8  $\pm$  0.01 cm), ubicados al azar en tres tratamientos con tres repeticiones, según modelo de clasificación simple. Las unidades experimentales fueron nueve recipientes circulares de cemento, de 68 L de capacidad, con 40 peces cada uno y flujo de agua de 0.2 L/min durante 24 h. Todos los días se registraron los valores de temperatura y oxígeno disuelto con un oxímetro digital (HANNA, Rumania). Los niveles de amoníaco se midieron semanalmente mediante un kit colorimétrico de aguas (Aquamerck, Alemania).

Las raciones se suministraron al 4.6 % del peso corporal/d durante 60 d y se ajustaron cada 15 d. Al final del bioensayo, los animales se pesaron individualmente para el cálculo de los indicadores productivos: alimento suministrado = alimento añadido/número de animales finales, proteína suministrada = proteína añadida/número de animales finales, peso medio final, longitud final, factor de conversión alimentaria (FCA) = alimento añadido/ganancia de peso, tasa de eficiencia proteica (TEP) = ganancia en peso/proteína suministrada, factor de condición (K) = peso/largo<sup>3</sup> x 100, supervivencia (S) = número de animales finales/ número de animales iniciales x 100.

*Análisis estadístico:* Se probaron los supuestos de normalidad y homogeneidad y se realizó análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple mediante el paquete estadístico INFOSTAT, versión 2012 (Di Rienzo *et al.* 2012). Cuando se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ), las medias se compararon por la dócima de rangos múltiple de Duncan (1955).

## Resultados y Discusión

Durante el período experimental, la temperatura y el oxígeno disuelto del agua de los recipientes osciló de 25.7 a 26.9 °C y de 5.1 a 6.0 mg/L, respectivamente.

These values are considered adequate for the good productive performance of the species (Toledo *et al.* 2011).

Survival was high in all treatments (100 to 96 %), so the CS, at the 10 and 20% level (dry basis) of the diet, did not cause mortality in animals at this stage of culture (10.0 to 80.0 g of average weight).

The food and protein indicators supplied per fish (table 2) were significantly reduced at 8.64 and 3.09 g respectively, for 20 % CS inclusion, when compared to the control. This could be related to the high proportion of free amino acids and hydrolyzed proteins in the silo. In some cases, these factors may act as appetite reducers (Stone *et al.* 1989). This reduction could also be associated with the silage acidity, although it was neutralized with 50 % sodium hydroxide prior to their incorporation into the ration. In this regard, the literature suggests the use of calcium carbonate (Vidoiti *et al.* 2002). Likewise, the high saturated fat contents provided by the meat by-products affect the palatability of the ration (Goda *et al.* 2007 and Portales *et al.* 2015).

El nivel de amoníaco se mantuvo en niveles de 0.01 mg/L mediante la circulación de agua. Estos valores se consideran adecuados para el buen desempeño productivo de la especie (Toledo *et al.* 2011).

La supervivencia fue alta en todos los tratamientos (100 a 96 %), por lo que el EC, al nivel de 10 y 20 % (base seca) de la dieta, no causó mortalidad en animales en esta etapa de cultivo (10.0 a 80.0 g de peso medio).

Los indicadores alimento y proteína suministrados por pez (tabla 2) se redujeron significativamente en 8.64 y 3.09 g respectivamente, para 20 % de inclusión de EC, cuando se comparó con el control. Esto se pudiera relacionar con la alta proporción de aminoácidos libres y las proteínas hidrolizadas en el silo. En algunos casos, estos factores pueden actuar como disminuidores del apetito (Stone *et al.* 1989). También se pudiera asociar dicha reducción la acidez del ensilado, aunque se neutralizó con hidróxido de sodio al 50 % antes de su incorporación a la ración. Al respecto, la literatura sugiere la utilización de carbonato de calcio (Vidoiti *et al.* 2002). Asimismo, los altos contenidos de grasa saturada que proporcionan los subproductos cárnicos inciden en la palatabilidad de la ración (Goda *et*

Table 2. Performance of productive indicators in small fish of *Clarias gariepinus* with experimental diets

Indicators	D-I Control	D-II 28.57 %	D-III 57.14 %	±SE sign
Supplied food /fish, g	62.03 <sup>a</sup>	58.96 <sup>a</sup>	53.39 <sup>b</sup>	1.46 P=0.0156
Supplied protein/fish, g	25.91 <sup>a</sup>	24.64 <sup>ab</sup>	22.82 <sup>b</sup>	0.62 P=0.0327
Final weights, g	75.52 <sup>a</sup> ±2.25	68.28 <sup>b</sup> ±2.24	47.19 <sup>c</sup> ±2.25	P<0.0001
Length, cm	21.98 <sup>a</sup> ±0.26	21.50 <sup>a</sup> ±0.25	18.72 <sup>b</sup> ±0.26	P<0.0001
Feed conversion factor	1.01 <sup>a</sup>	1.10 <sup>a</sup>	1.63 <sup>b</sup>	0.14 P=0.0437
Protein efficiency rate	2.36 <sup>a</sup>	2.17 <sup>ab</sup>	1.50 <sup>b</sup>	0.17 P=0.0246
Condition factor K	0.70	0.68	0.70	0.01 P=0.7136

<sup>a,b,c</sup> Row with different letters indicate significant differences to P<0.05 according to Duncan (1955)

Significant differences (P <0.001) were found in growth between the three treatments (table 2). With 10 and 20 % CS, the final weights were 7.4 and 28.33 g respectively, lower than in the control treatment, although the length was only statistically reduced in 3.26 cm for 20 % CS. This may indicate lower nutritional quality of the CS regarding the HP that, even with the lowest substitution level, equivalent to 10 % inclusion, affected the growth.

Likewise, Goda *et al.* (2007) could not fully substitute the FM for meat-and-bone meal in *Clarias gariepinus*, which they attributed to the fact that these raw matters have deficient in essential amino acids (EAA), such as methionine, lysine and isoleucine, and may decrease

*al.* 2007 y Portales *et al.* 2015).

Se encontraron diferencias significativas (P <0.001) en el crecimiento entre los tres tratamientos (tabla 2). Con 10 y 20 % de EC, los pesos finales fueron 7.4 y 28.33 g respectivamente, menores que en el tratamiento control, aunque la longitud solo se redujo estadísticamente en 3.26 cm para 20 % de EC. Esto puede indicar menor calidad nutricional del EC respecto a la HP que, hasta con el menor nivel de sustitución, equivalente a 10 % de inclusión, afectó el crecimiento.

Igualmente, Goda *et al.* (2007) no lograron sustituir totalmente la HP por harina de carne y huesos en *Clarias gariepinus*, lo que atribuyeron a que estas materias primas tienen deficiencia de aminoácidos esenciales (AAE),

the growth of these catfish. In addition, the amount of saturated fat could affect palatability.

With regard to FCF, with the substitution of 28.57 % of FM was not statistically disadvantaged (table 2), but with 20 % of CS, which corresponded to a 57.14 % replacement of the FM of the control, was affected in 530 g more of food / kg of live weight.

The direct relation between dietary protein level and FCF in fish has been documented (Ali and Jauncey 2004). On contrast of other studies, in which the FM was replaced by alternative proteins and diets had lower percentages of CP and food efficiency, diets were isoproteic and isoenergetic in this study. Therefore, the lower quality of the protein of the CS with respect to the HP was reaffirmed, which can be supported with the PER (table 2). These declined as CS levels increased. Although the EAA neither the apparent digestibility of CS was not determined, the hydrolysis with strong acid solutions (sulfuric and hydrochloric acids) completely destroyed the tryptophan and part of the serine and threonine (Vidoiti *et al.* 2002).

Also Portales *et al.* (2015) reported that the amount of saturated fat in the meat by-products can affect the AD of the ration. These authors proposed to make a cooking that allowed to reduce the fat contents, previous to their incorporation into the rations. Further studies are required to evaluate the possible effects of cooking or dehydration of the meat by-products on the performance of these animals.

Guzel *et al.* (2011) could replace up to 50 % of FM by chemical silage of fish by-products in extruded rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets without affecting productive indicators. In turn, Portales *et al.* (2016) evaluated these same experimental diets, 10 and 20 % CS, and compared them with the commercial food SKRETTING®, without obtaining statistical differences in growth and food efficiency indicators with 10% CS. This could be attributed to the fact that SKRETTING® foods consist of several protein meals (FM, poultry by-products, hydrolyzed feathers, soybean concentrate), and in this study the FM was directly replaced, whose nutritional quality is superior with respect to those protein sources (Goda *et al.* 2007 and Udo and Umoren 2011).

Dedeke *et al.* (2013), obtained the best growth and food efficiency in clarias larvae, when replacing 25% of FM for silkworm meal (equivalent to 11.25 % of inclusion). These indicators were disfavored with 35 and 50 % replacement of FM. In this study, weight gain was only affected by 28.75 % of FM replacement.

The condition factors K (table 2) were similar for all three diets, which may indicate that although there were affectations in growth and food efficiency, the length-weight ratio of the animals was not affected. Therefore, muscle mass (fillet) should not be disadvantaged in the

como metionina, lisina e isoleucina, y pueden disminuir el crecimiento de estos bagres. Además, la cantidad de grasa saturada podría desfavorecer la palatabilidad.

En cuanto al FCA, con la sustitución de 28.57 % de la HP no se desfavoreció estadísticamente (tabla 2), pero con 20 % de EC, que se correspondió con 57.14 % de remplazo de la HP del control, se afectó en 530 g más de alimento/kg de peso vivo.

Se ha documentado la relación directa entre el nivel de proteína dietética y el FCA en peces (Ali y Jauncey 2004). Por el contrario de otros estudios, en los que se sustituyó la HP por proteínas alternativas y las dietas tuvieron menores porcentajes de PB y eficiencia alimentaria, en este trabajo las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas. Por tanto, se reaffirmó la menor calidad de la proteína de los EC con respecto a la HP, lo que se puede respaldar con las TEP (tabla 2). Estas disminuyeron cuando se incrementaron los niveles de EC. Aunque no se determinaron los AAE ni la digestibilidad aparente de EC, las hidrólisis con soluciones ácidas fuertes (ácidos sulfúricos y clorhídrico) destruyen completamente el triptófano y parte de la serina y la treonina (Vidoiti *et al.* 2002).

También Portales *et al.* (2015) informaron que la cantidad de grasa saturada de los subproductos cárnicos puede afectar la DA de la ración. Estos autores propusieron hacer una cocción que permitiera disminuir los contenidos de grasas, previo a su incorporación a las raciones. Se requiere de estudios posteriores para evaluar los posibles efectos de una cocción o deshidratación de los subproductos cárnicos en el desempeño de estos animales.

Guzel *et al.* (2011) lograron sustituir hasta 50 % de la HP por ensilado químico de subproductos pesqueros en dietas extrusadas de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) sin afectar los indicadores productivos. A su vez, Portales *et al.* (2016) evaluaron estas mismas dietas experimentales, 10 y 20 % de EC, y las compararon con el alimento comercial SKRETTING®, sin que obtuvieran diferencias estadísticas en los indicadores de crecimiento y eficiencia alimentaria con 10 % de EC. Esto se pudiera atribuir a que los alimentos SKRETTING® están constituidos por varias harinas proteicas (HP, subproductos de aves, plumas hidrolizadas, concentrado de soya), y en este estudio se sustituyó directamente la HP, cuya calidad nutricional es superior con respecto a esas fuentes proteicas (Goda *et al.* 2007 y Udo y Umoren 2011).

Dedeke *et al.* (2013), obtuvieron los mejores crecimientos y eficiencia alimentaria en larvas de clarias, al sustituir el 25 % de la HP por harina de gusanos de seda (equivalente a 11.25 % de inclusión). Estos indicadores se desfavorecieron con 35 y 50 % de remplazo de la HP. En este estudio, con 28.75 % de sustitución de la HP solo se afectó el incremento de peso.

Los factores de condición K (tabla 2) fueron similares para las tres dietas, lo que puede indicar que a pesar de que hubo afectaciones en el crecimiento y la eficiencia alimentaria, la relación largo-peso de los animales no se afectó. Por tanto, la masa muscular (filete) no se debe

industrial process with the evaluated FM replacement levels.

It is important to point out the feasibility of the partial replacement of FM by meat or fish by-products silages in the formulation of food for freshwater fish (Guzel *et al.* 2011, Toledo and Llanes 2013, Wicki and Luchini 2013 and Portales *et al.* 2016), due to the FM high prices.

The results of this study suggest that chemical silage of pig by-products can be acceptable up to 10 % (dry basis) in extruded diets for *Clarias gariepinus* and that higher levels markedly reduce the productive indicators. It is proposed to develop new researches on this subject because of the few information that exists in this regard and the dissimilar financial conditions that appear in the FM import. To the above, the need to produce commercial rations to intensify the crops of this species is added.

Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 51, Number 1, 2017.

desfavorecer en el proceso industrial con los niveles de sustitución de HP evaluados.

Es importante señalar la factibilidad que tiene el remplazo parcial de la HP por ensilados de subproductos cárnicos o pesqueros en la formulación de alimentos para peces de agua dulce (Guzel *et al.* 2011, Toledo y Llanes 2013, Wicki y Luchini 2013 y Portales *et al.* 2016), debido a los altos precios de la HP.

Los resultados de este trabajo sugieren que el ensilado químico de subproductos de cerdos puede ser aceptable hasta 10 % (base seca) en dietas extrusadas para *Clarias gariepinus* y que niveles más altos reducen marcadamente los indicadores productivos. Se propone desarrollar nuevas investigaciones sobre este tema por la poca información que existe al respecto y por las disímiles condiciones financieras que se presentan en la importación de HP. A lo anterior se adiciona, la necesidad de producir raciones comerciales para intensificar los cultivos de esta especie.

## References

- AOAC, G. W. 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed., Rockville, MD: AOAC International, ISBN: 978-0-935584-87-5, Available: <<http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>>, [Consulted: September 22, 2016].
- Ali, M. Z. & Jauncey, K. 2004. "Effects of feeding regime and dietary protein on growth and body composition in *Clarias gariepinus*". Indian Journal of Fisheries, 51(4): 407–416, ISSN: 0970-6011.
- Dedeke, G. A., Owa, S. O., Olurin, K. B., Akinfe, A. O. & Awotodu, O. O. 2013. "Partial replacement of fish meal by earthworm meal (*Libyodrilus violaceus*) in diets for African catfish, *Clarias gariepinus*". International Journal of Fisheries and Aquaculture, 5(9): 229–233, ISSN: 1991-637X.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C. W. 2012. InfoStat. version 2012, [Windows], Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, Available: <<http://www.infostat.com.ar/>>.
- Duncan, D. B. 1955. "Multiple Range and Multiple F Tests". Biometrics, 11(1): 1–42, ISSN: 0006-341X, DOI: 10.2307/3001478.
- Goda, A. M., El-Haroun, E. R., Chowdhury, K. & A, M. 2007. "Effect of totally or partially replacing fish meal by alternative protein sources on growth of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) reared in concrete tanks". Aquaculture Research, 38(3): 279–287, ISSN: 1365-2109, DOI: 10.1111/j.1365-2109.2007.01663.x.
- Guillaume, J. 1999. Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. (ser. Du labo au terrain), Paris, France: Institut National de la Recherche Agronomique, 489 p., ISBN: 978-2-7380-0810-7, Available: <[https://books.google.fr/books/about/Nutrition\\_et\\_alimentation\\_des\\_poissons\\_e.html?id=IhVpphVwII0C&hl=es](https://books.google.fr/books/about/Nutrition_et_alimentation_des_poissons_e.html?id=IhVpphVwII0C&hl=es)>, [Consulted: November 23, 2016].
- Guzel, S., Yazlak, H., Gullu, K. & Ozturk, E. 2011. "The effect of feed made from fish processing waste silage on the growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)". African Journal of Biotechnology, 10(25): 5053–5058, ISSN: 1684-5315.
- Llanes, J. E., Portales, A. & Toledo, J. 2017. "Evaluación de dietas con harina de pescado alternativas del alimento SKRETTING en *Clarias gariepinus* (Burchell 1822)". Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras, 34(1), ISSN: 0138-8452.
- Portales, A., Llanes, J. E. & Toledo, J. 2015. "Caracterización del ensilado químico de subproductos cárnicos porcinos para peces". Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras, 32(1): 36–39, ISSN: 0138-8452.
- Portales, A., Llanes, J. E. & Toledo, J. 2016. "Evaluación de dos dietas con ensilado cárnico alternativas a piensos SKRETTING en *Clarias gariepinus*". In: II Taller Internacional Pesca Contaminación y Medio Ambiente, La Habana, Cuba: Centro de Investigaciones Pesqueras, Available: <<https://www.sustainabilityxchange.info/es/events/ii-taller-internacional-pesca-contaminaci%C3%B3n-y-medio-ambiente>>, [Consulted: May 4, 2017].
- Stone, F. E., Hardy, R. W., Shearer, K. D. & Scott, T. M. 1989. "Utilization of fish silage by rainbow trout (*Salmo gairdneri*)". Aquaculture, 76(1): 109–118, ISSN: 0044-8486, DOI: 10.1016/0044-8486(89)90255-X.
- Toledo, J. & Llanes, J. 2013. "Alternativas para la alimentación de organismos acuáticos". In: Depello, G., Witchinsky, E. & Wicki, G. (eds.), Nutrición y Alimentación para la Acuicultura de Recursos limitados, (ser. Serie Pesca y acuicultura: estudios e investigaciones aplicadas), Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, pp. 57–79, Available: <<http://biblioteca.ibmp.com.ar:8082/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=854>>, [Consulted: May 4, 2017].
- Toledo, J., Llanes, J. & Lazo de la Vega, J. 2011. "El clarias: Una amenaza para el ecosistema cubano?". ACUACUBA, 13(1): 5–11, ISSN: 1608-0467.
- Udo, I. U. & Umoren, U. E. 2011. "Nutritional evaluation of some locally available ingredients use for least-cost ration formulation for African catfish (*Clarias gariepinus*) in Nigeria". Asian Journal of Agricultural Research, 5(3): 164–175, ISSN: 1819-1894.
- Vidoiti, R. M., Carneiro, D. J. & Viegas, E. M. M. 2002. "Acid and Fermented Silage Characterization and Determination of Apparent Digestibility Coefficient of Crude Protein for Pacu *Piaractus mesopotamicus*". Journal of the World Aquaculture

Society, 33(1): 57–62, ISSN: 1749-7345, DOI: 10.1111/j.1749-7345.2002.tb00478.x.

Wicki, G. & Luchini, L. 2013. “Experiencias de cultivo utilizando alimentos alternativos desarrollados en el CENADAC-Argentina”. In: Depello, G., Witchiinsky, E. & Wicki, G. (eds.), *Nutrición y Alimentación para la Acuicultura de Recursos limitados*, (ser. Serie Pesca y acuicultura: estudios e investigaciones aplicadas), Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, pp. 81–106, Available: <<http://biblioteca.ibmp.com.ar:8082/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=854>>, [Consulted: May 4, 2017].

**Received: January 3, 2017**