

## Posibilidades del ensilado cárnico en dietas extrusadas para *Clarias gariepinus*

### Possibility of meat silage in extruded diets for *Clarias gariepinus*

José E. Llanes Iglesias,<sup>1</sup> Anaisy Portales González<sup>1</sup> y José Toledo Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Empresa Desarrollo Tecnologías Acuicola. Carretera Central km 20 ½, Loma de Tierra, Cotorro, La Habana, Cuba, E-mail: anamiletcl@infomed.sld.cu

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Pesqueras. Calle 246 No. 503 entre 5ta. Avenida y Mar, Santa Fe, Playa, La Habana, Cuba

#### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la posibilidad de incluir el ensilado químico de subproductos de cerdos (EC) en dietas extrusadas para alevines de *Clarias gariepinus*. Se utilizaron 360 animales de 10,15 ± 0,01 g peso medio inicial y 11,8 ± 0,01 cm de longitud ubicados al azar en tres tratamientos con tres repeticiones según modelo de clasificación simple. Los tratamientos fueron un control con 35 % de harina de pescado (HP) y dos experimentales con 10 % y 20 % de EC (base seca), que representaron una sustitución de 28,75 % y 57,14 % de HP respectivamente. Las supervivencias fueron mayores que 90 %. El alimento y la proteína que se suministraron por pez se redujeron ( $p < 0,05$ ) con 20 % de EC. Los pesos finales disminuyeron al incrementar los niveles de EC. La longitud final, el factor de conversión alimentario y la tasa de eficiencia proteica solo se desfavorecieron con 20 % de EC, no así los factores de condición K que fueron similares para las tres dietas evaluadas. Se concluyó que el EC se puede incluir hasta 10 % (base seca) en dietas extrusadas para *Clarias gariepinus* y niveles más altos reducen marcadamente los indicadores productivos.

*Palabras clave:* alimentación, clarias, ensilado cárnico, subproductos de cerdos.

#### ABSTRACT

To evaluate the possibility of including the pig by-products chemical silage (EC) in extruded diets for *Clarias gariepinus* fingerlings was the objective of this work. A total of 360 animals of 10,15 ± 0,01g initial average weight and 11,8 ± 0,01 cm in length were used randomly located in three treatments with three repetitions according to the simple classification model. The treatments were a control with 35 % fish meal (HP) and two experimental ones with 10 % and 20 % HP (dry base).which represented a substitution of 28,75 % and 57,14 % HP respectively. Survival rates were greater than 90 %. Feed and protein that were supplied per fish were reduced ( $p < 0,05$ ) with 20 % EC. Final weights decreased as EC levels increased. Final length, feed conversion factor and protein efficiency rate were only disadvantaged with 20 % EC, but not the condition factors K that were similar for the three diets evaluated. It was concluded that EC can be included up to 10 % (dry basis) in extruded diets for *Clarias gariepinus* and higher levels markedly reduce production indicators.

*Keywords:* feeding, clarias, meat silage, pig by-products.

Recibido: 25/3/19

Revisado: 16/5/19

Aceptado: 26/8/19

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se evalúan modernas tecnologías de cultivo intensivo de bagres africanos *Clarias gariepinus* con piensos importados, pero es urgente el uso de piensos de producción nacional para lograr la sostenibilidad de estos sistemas.

Llanes *et al.* (2017) evaluaron dos dietas extrusadas con 25 % y 35 % de harina de pescado (HP), como única fuente de proteína animal, alternativas a los alimentos comerciales *SKRETTING Catfish Star* (Holanda) de 2-3 mm de tamaño ([www.trouwnutrition.com](http://www.trouwnutrition.com)), en clarias y no encontraron diferencias significativas en el crecimiento, pero la eficiencia alimentaria fue superior con el mayor nivel de HP (35 %). Estos autores señalaron la necesidad de incorporar otras fuentes de proteínas 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 cerdos y vacunos se utilizan como ensilados para la suplementación de los piensos vegetales en la alimentación de clarias en el país. Los subproductos que más se emplean son: pulmones, estómagos, intestinos, tráqueas, hígados no aptos para consumo humano entre otros, los que se acidifican para garantizar su seguridad sanitaria y nutricional a temperatura ambiente o cocinan para su uso diario (Toledo & Llanes, 2013).

Portales *et al.* (2015) prepararon un ensilado químico con subproductos de cerdos (pulmones, estómagos e hígados) y encontraron niveles de 62,6 % de PB y 21,84 % de grasa en base seca, lo que pudiera resultar viable como sustituto de la HP en dietas extrusadas. De ahí, que el objetivo de este trabajo fue evaluar la posibilidad de incluir el 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: una con 35 % de HP (D-I Control) según los resultados de Llanes *et al.* (2017), otra con 10 % de inclusión de EC (D-II) que representó una sustitución del 28,57 % de la cantidad de HP del control y la última con 20 % de EC (D-III) que constituyó el 57,14 % de remplazo de la HP (TABLA 1).

TABLA 1. Composición porcentual y química de la dieta experimental (g/100 g)

Ingredientes	D-I	D-II	D-III
	Control	28,57 %	57,14 %
Harina de pescado	35	25	17,5
Ensilado químico de subproductos de cerdos	0	10	20
Harina de soya	34	35	35
Harina de trigo	23,5	24	22,5
Aceite de soya	6,5	5	4
*Mezcla vit.-mineral	1	1	1
<hr/>			
Materia seca	91,8	90,1	89,4
Proteína bruta	41,8	41,6	42,7
Energía digestible MJ/kg	13,15	13,31	13,55

\* Mezcla vitamínica-mineral (kg de dieta): vitamina A, 500IU; vitamina D, 100IU; vitamina E, 75 000 mg; vitamina K, 20 000 mg; vitamina B<sub>1</sub>, 10 000 mg; vitamina B<sub>3</sub>, 30 000 mg; Vitamina B<sub>6</sub>, 20 000 mg; Vitamina B<sub>12</sub>, 100mg; vitamina D, 60 000 mg; niacina, 200 000 mg; ácido fólico, 500 mg; biotina, 0,235 mg; selenio, 0,2 g; hierro, 80 g; Manganeso, 100g; Cinc, 80g; Cobre, 15g; cloruro de potasio, 4 g; óxido de manganeso, 0,6 g; bicarbonato de sodio, 1,5 g; yodo, 1,0 g; cobalto, 0,25 g.

**Preparación del ensilado:** Se utilizó una mezcla constituida por 40 % de pulmones, 40 % de hígados no aptos para consumo humano y 20 % de estómagos de cerdos que se molieron en un molino de carne (JAVAR 32, Colombia). La pasta resultante se homogenizó y se le adicionó 1 % (p/v) de ácido sulfúrico al 98 % (Toledo & Llanes, 2013), almacenándose 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 aproximadamente de 250  $\mu$ m y se mezclaron en una mezcladora (HOBART MC-600, Canadá) por 10 min. Posteriormente, se les adicionaron el aceite de soya, la mezcla vitamínico-mineral y el EC en forma húmeda (10 % y 20 % de inclusión calculada en base a la materia seca y previa neutralización con hidróxido de sodio al 50 %) y se continuó el mezclado por 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 por 24 h. El alimento control se preparó en iguales condiciones a las experimentales. Las determinaciones bromatológicas se realizaron según los métodos descritos por Latimer (2016) y 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 ± 0,01 g peso promedio inicial y 11,8 ± 0,01 cm de longitud) 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 un flujo de agua de 0,2 L/min las 24 h. Todos los días se tomaron los valores de temperatura y oxígeno disuelto con un Oxímetro digital (HANNA, Rumania) y semanalmente los niveles de amoníaco con un kit colorimétrico de aguas (Aquamerck, Alemania).

Las raciones se suministraron al 4,6 % del peso corporal/día durante 60 días y se ajustaron cada 15 días. Al final del bioensayo se realizó un pesaje individual de los animales para el cálculo de los siguientes 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 peso

Tasa de Eficiencia Proteica (TEP) = Ganancia en  
peso/Proteína suministrada

Factor de Condición (K) = Peso/Largo<sup>3</sup> x 100

Supervivencia (S) = No. Animales finales/No.  
Animales iniciales x 100.

**Análisis estadístico:** Se probaron los supuestos de normalidad y homogeneidad; se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple mediante el paquete estadístico INFOSAT versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012) y 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 dióxígeno disuelto del agua de los recipientes oscilaron de 25,7-26,9 °C y de 5,1-6,0 mg/L respectivamente; el nivel de amoníaco se mantuvo en niveles de 0,01 mg/L, a través de la circulación de agua. Estos

valores se consideran adecuados para el buen desempeño productivo de la especie (Toledo *et al.*, 2011).

La supervivencia fue mayor que 90 % en todos los tratamientos, por lo cual los niveles de EC que se evaluaron no fueron promotores de mortalidades en animales de esta etapa de cultivo (10,0-80,0 g de peso medio).

Los indicadores alimento y proteína suministrados por pez (TABLA 2) se redujeron significativamente en 8,64 g y 3,09 g respectivamente para 20 % de inclusión de EC cuando se comparó con el control. Esto se pudiera relacionar con algunos factores como una alta proporción de aminoácidos libres y proteínas hidrolizadas en el silo, que en algunos casos pueden actuar como depresores del apetito (Stone *et al.*, 1989); la acidez del ensilado se neutralizó con hidróxido de sodio al 50 %, la cual subió el pH a 4,7 previo a su incorporación a la ración, la literatura sugiere emplear carbonato de calcio (Vidotti *et al.*, 2002) y los altos contenidos de grasa saturada de los subproductos cárnicos que inciden en la palatabilidad de la ración (Goda *et al.*, 2007; Portales *et al.*, 2015).

TABLA 2. Comportamiento de los indicadores productivos en alevines de *Clarias gariepinus* con las dietas experimentales

Indicadores	D-I Control	D-II 28,57 %	D-III 57,14 %	± EE sign
Alimento suministrado/ pez, g	62,03 <sup>a</sup>	58,96 <sup>a</sup>	53,39 <sup>b</sup>	1,46 $p=0,0156$
Proteína suministrada/ pez, g	25,91 <sup>a</sup>	24,64 <sup>ab</sup>	22,82 <sup>b</sup>	0,62 $p=0,0327$
Peso final, g	75,52 <sup>a</sup> ± 2,25	68,28 <sup>b</sup> ± 2,24	47,19 <sup>c</sup> ± 2,25	$p<0,0001$
Longitud, cm	21,98 <sup>a</sup> ± 0,26	21,50 <sup>a</sup> ± 0,25	18,72 <sup>b</sup> ± 0,26	$p<0,0001$
Factor conversión alimentario	1,01 <sup>a</sup>	1,10 <sup>a</sup>	1,63 <sup>b</sup>	0,14 $p=0,0437$
Tasa de eficiencia proteica	2,36 <sup>a</sup>	2,17 <sup>ab</sup>	1,50 <sup>b</sup>	0,17 $p=0,0246$
Factor de condición K	0,70	0,68	0,70	0,01 $p=0,7136$

<sup>a,b,c</sup> Fila con letras distintas indican diferencias significativas para  $p < 0,05$  según Duncan (1955).

Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) en los indicadores de crecimiento; los pesos finales disminuyeron al incrementar el nivel de inclusión de EC,

aunque la longitud solo se redujo con 20 % de EC. Esto puede indicar una menor calidad nutricional del EC respecto a la HP, en cuanto al balance de aminoácidos esenciales (TABLA 2).

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 son deficientes en aminoácidos esenciales (AAE) como metionina, lisina e isoleucina y pueden disminuir el crecimiento de estos bagres, además de la cantidad de grasa saturada que podía desfavorecer la palatabilidad.

En cuanto el FCA, con la sustitución de 28,57 % de la HP no se desfavoreció estadísticamente (TABLA 2), pero con la inclusión de 20 % de EC, que se correspondió con 57,14 % de remplazo de la HP del control, este indicador se desfavoreció 530 g de alimento por kilogramo de peso vivo.

Está bien documentada la relación directa entre el nivel de proteína dietética y el FCA en peces (Ali & Jauncey, 2004), para lo cual en este estudio se procuraron dietas isoprotéicas e isocalóricas, por tanto las afectaciones en el crecimiento y la conversión alimentaria se puede atribuir a una menor calidad de la proteína de los EC respecto a la HP, lo cual se reafirmó en las TEP (TABLA 2) que disminuyeron cuando se incrementaron los niveles de EC y aunque no se determinaron los aminoácidos esenciales y la digestibilidad aparente (DA) del EC, las hidrólisis con soluciones ácidas fuertes (ácidos sulfúricos y clorhídrico) destruyen completamente el triptófano y parte de la serina y la treonina (Vidotti *et al.*, 2002).

También, Portales *et al.* (2015) reportaron que la cantidad de grasa saturada de los subproductos cárnicos puede afectar la DA de la ración, por lo que 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.

Por su parte, Guzel *et al.* (2011) lograron sustituir hasta el 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 de 10 % y 20 % de EC, las que compararon con el alimento comercial SKRETTING ME 3 mm y no obtuvieron diferencias estadísticas en los indicadores de crecimiento y eficiencia alimentaria con 10 % de EC, lo que se pudiera atribuir a que los alimentos SKRETTING lo constituyen varias harinas proteicas (HP, subproductos de aves, plumas hidrolizadas, concentrado de soya), mientras que en este estudio se sustituyó directamen-

te la HP y se conoce la mejor calidad nutricional de la HP respecto a esas fuentes proteicas en estos animales (Goda *et al.*, 2007; Udo & Umoren, 2011).

Dedeke *et al.* (2013) obtuvieron los mejores crecimientos y eficiencias alimentarias en larvas de clarias al sustituir el 25 % de la HP por harina de gusanos de seda (equivalente a 11,25 % de inclusión); indicadores que se desfavorecieron con el 35 % y 50 % de remplazo de la HP; resultados que se pueden relacionar con este estudio que 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 que hubo afectaciones en el crecimiento y la eficiencia alimentaria, la relación largo-peso de los animales no se afectó y por tanto la masa muscular (filete) no se debe desfavorecer en el proceso industrial con los niveles de sustitución de HP que se evaluaron.

Numerosos trabajos coincidieron en la buena factibilidad que tiene reciclar los subproductos cárnicos o pesqueros como sustituto parcial de la HP en la formulación de alimentos para peces de agua dulce (Guzel *et al.*, 2011; Wicki & Luchini, 2013; Toledo & Llanes, 2013; Portales *et al.*, 2016), debido a los altos precios de la HP. No obstante, es importante realizar otros estudios de metodologías de procesamiento de los subproductos para dietas secas.

Los silos cárnicos elaborados con ácido sulfúrico al 98 % brindaron buenos resultados productivos en dietas semihúmedas en bagres africanos (Toledo & Llanes, 2013), pero según los resultados de este trabajo indican que en dietas secas solo se pueden incluir hasta un 10 % en base seca. De ahí, que se recomienda realizar otros estudios donde se evalúen silos cárnicos preparados con ácidos orgánicos (fórmico, láctico) y la eliminación de la mayor parte de la grasa de estos subproductos en dietas extrusadas.

## CONCLUSIONES

El ensilado químico de subproductos de cerdos puede incluirse hasta 10 % (base seca) en dietas extrusadas para *Clarias gariepinus* y niveles más altos reducen marcadamente los indicadores productivos.

## REFERENCIAS

Ali, M. Z. & Jauncey, K. (2004). Effects of feeding regime and dietary protein on growth and body composition in *Clarias gariepinus*. *Indian J. Fish*, 51 (4), 407-412.

- Dedeke, G. A. Owa, S. O., Olurin, K. B., Akinfe, A. O. & Awotedu, O. O. (2013). Partial replacement of fish meal by earthworm meal (*Libyodrilus violaceus*) in diets for African catfish *Clarias gariepinus*. *Intern. J. Fish and Aquacult*, 5 (9), 229-235.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. & Robledo, C. W. (2012). Infostat versión 2012. Grupo Infostat. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Available: <http://www.infostat.com.ar> [Consulted: October 9, 2013]
- Duncan, D. B. (1955). Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*, 11 (1), 1-42. Doi: 10.2307/3001478.
- Goda, A. M., El-Haroun, E. R. & Chowdhury, K. (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, 279-287.
- 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 J. Biotech*, 10 (25), 5053-5060.
- Guillaume, J. (1999). *Nutrition et alimentation des poissons et crustacés*. (ser. Du labo au terrain), Paris, France: Institut National de la Recherche Agronomique, 489pp. Available: [https://books.google.fr/books/about/Nutrition\\_et\\_alimentation\\_des\\_poissons\\_e.html?id=IhVpphVwI0C&hl=es](https://books.google.fr/books/about/Nutrition_et_alimentation_des_poissons_e.html?id=IhVpphVwI0C&hl=es) [Consulted: November 23, 2016].
- Latimer, G. W. (2016). *Official methods of analysis of AOAC International* (20<sup>th</sup> ed.), Rockville, MD: AOAC International. Available: <http://www.direct-textbook.com/isbn/9780935584875> [Consulted: September 22, 2016].
- Llanes, J., Portales, A. & Toledo, J. (2017). Evaluación de dietas con harina de pescado alternativas del alimento SKRETTING en *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Rev. Cub. Inv. Pesq*, 34 (2), 53-59.
- Portales, A., Llanes, J. E. & Toledo, J. (2015). Caracterización del ensilado químico de subproductos cárnicos para peces. *Rev. Cub. Inv. Pesq*, 32 (1), 36-39.
- Portales, A., Llanes, J. E. & Toledo, J. (2016). Evaluación de dos dietas con ensilado cárnico alternativas a piensos SKRETTING en *Clarias gariepinus*. Memorias del II Taller Internacional Pesca Contaminación y Medio Ambiente. Del 15 al 18 de noviembre de 2016. Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana, Cuba [CD-ROOM].
- Stone, F. E., Hardy, R. W., Shearer, K. D. & Scott, T. M. (1989). Utilization of fish silage by Rainbow Trout (*Salmo gairdnerii*). *Aquaculture*, 76, 108-118.
- Toledo, J., Llanes, J. & Lazo de la Vega, J. (2011). El Clarias. Una amenaza para el ecosistema cubano? *ACUACUBA*, 13 (1), 5-11.
- Toledo, J. & Llanes, J. (2013). Alternativas para la alimentación de organismos acuáticos. En: G. Depello, E. Witchiinsky & G. Wicki (Eds.), *Nutrición y Alimentación para la Acuicultura de Recursos limitados* (Cap. 4, 57-79). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Impreso en *Borsellino impresos*, Buenos Aires, República de Argentina.
- 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 J. Agricult. Res.*, 5, 164-173.
- Vidotti, R. M., Carneiro, D. J. & Macedo-Viegas, E. M. (2002). Acid and fermented silage characterization and determination of apparent digestibility coefficient of crude protein for Pacu *Piaractus mesopotamicus*. *J. World Aquacult Soc.*, 33 (1), 57-62.
- Wicki, G. & Luchini, L. (2013). Experiencias de cultivo utilizando alimentos alternativos desarrollados en el CENADAC-Argentina. En: G. Depello, E. Witchiinsky & G. Wicki (Eds.), *Nutrición y alimentación para la acuicultura de recursos limitados* (Cap. 4, 81-106). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Impreso en *Borsellino impresos*, Buenos Aires, República de Argentina.