



Original

Diferentes niveles de proteína con igual relación proteína-energía y requerimiento absoluto en *Clarias gariepinus*

Different Protein Levels with an Equal Protein-Energy Ratio, and Absolute Requirement in *Clarias gariepinus*

José E. Llanes Iglesias*

*Empresa Desarrollo Tecnologías Acuícolas. Carretera Central km 20 ½, Loma de Tierra, Cotorro, La Habana. Cuba.

Correspondencia: anamiletcl@infomed.sld.cu

Recibido: Mayo, 2019; Aceptado: Diciembre, 2019; Publicado: Marzo, 2020.

RESUMEN

Antecedentes. Por la necesidad creciente de nuevos métodos de explotación que mejoren el manejo y la eficiencia alimentaria del bagre africano, se utilizaron 225 alevines de *Clarias gariepinus* ($10,1 \pm 0,01$ g peso promedio inicial), con el objetivo de evaluar tres niveles de proteína bruta (PB) (35,0, 40,0 y 45,0 %) con igual relación proteína – energía (20,0 g de proteína/MJ) y el mismo requerimiento absoluto de PB (2,8 g de PB/kg de peso vivo) en el desempeño productivo de estos animales.

Métodos. Se empleó un modelo de clasificación simple de tres tratamientos con tres repeticiones y la prueba de significación de Duncan al 5 % de probabilidad. Los alimentos se adicionaron al 8,0; 7,0 y 6,2 % del peso corporal durante 50 días.

Resultados. El alimento suministrado no difirió entre los tratamientos. Sin embargo, los mayores pesos finales y las mejores conversiones alimentarias se obtuvieron al incrementar los niveles de proteína dietética. El análisis económico mostró mayores costos de las raciones, pero también de utilidades con las dietas de mayores niveles de proteína bruta.

Conclusiones. El incremento de la proteína con igual requerimiento absoluto (g PB /kg de peso vivo) mejora el desempeño productivo de *Clarias gariepinus*.

Palabras clave: alevines, bagre, energía digestible, nutrición (*Fuente: AGROVOC*)

ABSTRACT

Background. Due to the growing need to establish new farming methods that improve management and food efficiency of African catfish, 225 *Clarias gariepinus* fingerlings (10.1 ± 0.01 g, average starting weight), were included in a study to evaluate three levels of CP (35.0,

Como citar (APA)

Llanes Iglesias, J. (2020). Diferentes niveles de proteína con igual relación proteína-energía y requerimiento absoluto en *Clarias gariepinus*. *Revista de Producción Animal*, 32(1). Recuperado a partir de <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3383>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

40.0, and 45.0%), with an equal protein-energy ratio (20.0 g protein / MJ), and the same absolute requirement of CP (2.8 g of GW / kg of live weight), in the productive performance of these animals.

Methods. A simple classification method was utilized, with three treatments and three repetitions, and the Duncan significance test was run with 5% likelihood. The foods were added at 8.0, 7.0, and 6.2% of body weight, for 50 days.

Results. The food supplied did not differ among the treatments. However, the greatest final weights and the best food conversions were observed after raising the levels of diet protein. The economic analysis showed higher ration costs, but also better profits when using the diet with the highest crude protein levels.

Conclusions. Protein increase with equal absolute requirement (g CP/kg live weight) improves the productive performance of *Clarias gariepinus*.

Key words: fingerlings, catfish, digestible energy, nutrition (*Source: AGROVOC*)

INTRODUCCIÓN

El bagre africano (*Clarias gariepinus*) es una especie nueva de gran potencialidad para el desarrollo de la acuicultura intensiva en Cuba, debido a su rusticidad en el manejo, alta tasa de crecimiento y el dominio de todas sus etapas de cultivo (Toledo, Llanes y Lazo de la Vega, 2011).

Las tasas de crecimiento, conversión alimentaria y la supervivencia son los principales indicadores zootécnicos que inciden en los resultados productivos y económicos en el ámbito acuícola (Michael, Onyia y Kefas, 2015). La producción de una especie específica puede ser solo económica cuando se conocen la totalidad de sus requerimientos nutricionales tanto cualitativos como cuantitativos. Por consiguiente, es importante investigar estrategias de nutrición del bagre africano, en el contexto de las exigencias de proteína por ser el nutriente más costoso de la dieta.

La eficiencia de la proteína depende de varios factores como los niveles de lípidos y/o carbohidratos que proporcionan la energía de la ración; alta energía dietética puede proporcionar un ahorro de proteína, pero causar excesiva deposición de grasa corporal y bajo consumo de alimento (Peres y Oliva-Teles, 2017), de ahí la importancia de una óptima relación proteína-energía para elaborar cualquier estrategia de alimentación.

Vidotti, Carneiro y Malheiros (2000) reportaron que el requerimiento de PB (proteína bruta) para *Clarias gariepinus* fue 40 % (máximo nivel que evaluaron), de la cual el 50 % debe ser de origen animal. Estas determinaciones de proteínas se realizan con una dieta de crecientes niveles de este nutriente que proporcionan diferentes relaciones proteína-energía. Además, se utiliza igual porcentaje de alimentación lo que conduce a que los animales reciban diferentes cantidades de proteína/kilogramo de peso vivo (requerimiento absoluto).

Con vista a establecer nuevos métodos de explotación que mejoren la eficiencia en la nutrición y el manejo de los cultivos, el objetivo de este estudio fue evaluar tres niveles de PB (35,0; 40,0 y 45,0 %) con igual relación proteína – energía (20,0 g de proteína/MJ) y el mismo requerimiento absoluto de PB (2,8 g de PB/kg de peso vivo) en el desempeño productivo de alevines de *Clarias gariepinus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el laboratorio de Nutrición y Alimentación de peces de la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas, en La Habana, Cuba.

Se utilizaron 225 alevines de *Clarias gariepinus* ($10,1 \pm 0,01$ g peso promedio inicial) distribuidos según modelo de clasificación simple en nueve recipientes circulares de cemento de 68 L (tres por tratamiento). Se ensayaron tres dietas experimentales con diferentes niveles de PB (35, 40 y 45 %) e igual relación proteína–energía (Tabla 1), las que se adicionaron al 8,0, 7,0 y 6,2 % del peso corporal /día para que todos los peces consumieran 2,8 g de PB por kg de peso vivo /día.

Tabla 1. Composición porcentual y química de las dietas experimentales (g/100 g)

Ingredientes	D-1 35 %	D-2 40 %	D-3 45 %
Harina de pescado	20	20	20
Harina de Subproductos de aves	14	23	32
Harina de soya	20,5	20	19
Harina de maíz	40,5	27	14
Aceite de soya	4	9	14
Mezcla vitamínica-mineral	1	1	1
Total	100	100	100
Materia seca	90,9	88,7	89,1
Proteína bruta	35,2	40,0	45,0
¹ Relación PA/PT	0,64	0,71	0,76
Energía digestible (MJ/kg)	17,5	19,5	21,3
² PB/ED (g/MJ)	20,1	20,3	20,2

¹ Relación proteína animal/proteína total

² Proteína bruta /energía digestible

Las unidades experimentales tuvieron un flujo de agua de 0,1L/ min las 24 h y todos los días se tomaron los valores de temperatura y oxígeno disuelto con un oxímetro digital (HANNA, Rumania) y semanalmente los niveles de amonio y nitrito con un kit colorimétrico de aguas (Aquamerck, Alemania).

Para la preparación de los alimentos se molieron las harinas en un molino de martillo no convencional a 250 μ m y se mezclaron en una mezcladora (HORBAT MC-600, Canadá) por 10 min . Posteriormente se adicionaron el aceite, la mezcla de vitaminas y minerales y el agua (30 %

del peso) y se continuó el mezclado por 10 min . La peletización se realizó en el molino de carne (JAVAR 32, Colombia) con un diámetro de 3 mm, posteriormente se secó en una estufa (Selecta, España) a 60°C por 48 h .

Las determinaciones bromatológicas se realizaron según los métodos descritos por Latimer (2016) y la energía digestible se calculó según los coeficientes calóricos reportados por Toledo, Llanes y Romero (2015a).

Las dietas se ofrecieron en dos raciones (9:00 y 15:30 h) durante 50 días. Cada 15 días se ajustaron las raciones y al final del bioensayo se realizó un pesaje individual de los animales para el cálculo de los siguientes indicadores productivos: alimento suministrado = Cantidad de alimento suministrado/número de animales finales; proteína suministrada= cantidad de proteína suministrada/número de animales finales; peso medio final; factor de conversión alimentaria (FCA) = alimento añadido/ganancia de peso; eficiencia proteica (EP)=ganancia en peso/proteína suministrada; supervivencia (s) = no. de animales finales/no. de animales iniciales x 100.

Análisis estadístico: Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple mediante el paquete estadístico INFOSTAT versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012) y cuando se encontraron diferencias ($P < 0,05$), las medias se compararon con la prueba de Duncan para 5 % de significación.

Análisis económico (Tabla 2): Se realizó según el procedimiento de Toledo, Llanes y Romero (2015a). Se calcularon los costos de las raciones experimentales a partir de los precios internacionales representativos de las materias primas para febrero 2019 (www.fao.org/giews/pricetool), más el 40 % por conceptos de gastos adicionales (transportación, maquila y otros) para Cuba. Estos valores se multiplicaron por los FCA que se obtuvieron en este estudio para conocer los costos de alimentación, los cuales se consideraron el 60 % de los costos totales de producción. El valor de la producción (USD \$ 3 400,00/t) lo brindó el Departamento de Economía de la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas.

Tabla 2. Precios de las materias primas para la confección de los alimentos comerciales

Materias primas	USD \$ /t
Harina de pescado	1 472,28
Harina de soya	353,34
Harina subproducto.de aves	952,65
Harina de maíz	218,99
Aceite de soya	772,82
Mezcla vitamínica-mineral	1 975,11

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período experimental la temperatura y el oxígeno disuelto en el agua oscilaron de 25,7 a 26,9⁰ C y de 3,1 a 5,0 mg/L, respectivamente; el amonio y nitrito se monitorearon y se

mantuvieron en niveles de 0,02 mg/L a través de la circulación de agua. Estos valores se comportaron dentro de los parámetros ambientales para un buen confort de la especie (Toledo, Llanes y Lazo de la Vega, 2011).

No se encontraron diferencias significativas en el alimento suministrado (g/pez) a pesar de que los niveles de alimentación no fueron iguales (Tabla 3), por el contrario, la PB suministrada (g/pez) difirió al incrementar los porcentajes de proteína dietética. Esto se puede explicar por las diferencias de crecimiento que tuvieron los peces entre los diferentes tratamientos a partir de los 30 días de cultivo, lo que implicó mayor cantidad de alimento con las dietas de más altos niveles de PB, al ajustar las raciones cada 15 días.

Tabla 3. Comportamiento de los indicadores productivos con las dietas experimentales en alevines de *Clarias gariepinus*

Indicadores	D-1 35 %	D-2 40 %	D-3 45 %	± EE	P
Alimento suministrado (g/pez)	44,4	44,9	45,1	0,45	0,845
Proteína bruta suministrada (g/pez)	16,1 ^a	18,0 ^b	20,4 ^c	0,34	0,0003
Peso medio final (g)	35,5±1,49 ^c	42,8±1,49 ^b	54,1±1,52 ^a	-	0,0001
Conversión alimentaria	1,5 ^c	1,2 ^b	0,9 ^a	0,06	0,0021
Eficiencia proteica	1,9 ^b	2,1 ^b	2,4 ^a	0,07	0,0071
Supervivencia (%)	100	100	96,0	1,05	0,000

Letras diferentes en la misma fila, difieren estadísticamente para P < 0,05 (Duncan, 1955).

Es importante destacar que para incrementar la PB de las raciones se utilizó la harina de subproductos de aves con la cual se logró sustituir totalmente la harina de pescado en alevines de *Clarias gariepinus* (Toledo, Llanes y Romero, 2015b), lo que evidenció que la mayor inclusión de harina de subproductos de aves aumentó la relación de proteína animal/proteína total (Tabla 1), e implicó un aumento del valor nutricional (contenido de nitrógeno, balance de aminoácidos esenciales y digestibilidad aparente de los nutrientes) y aceptabilidad que condujeron a un uso más eficiente de la energía y mejor desempeño productivo de los peces.

Por otro lado, a pesar que se utilizaron iguales tasas de proteína bruta/energía digestible (20 g de proteína /MJ) y se comenzó la investigación suministrando igual cantidad de gramos de proteína/kilogramo de peso vivo (Tabla 3), los pesos finales de los animales del tratamiento D-3 (45 % PB) fueron mayores que D-2 (40 % PB) y ambos difirieron significativamente del tratamiento D-1 (35 % PB).

Estos resultados no se correspondieron con los reportados por Cho y Lowell (2002), quienes encontraron el mejor peso con la dieta de menor PB (28 %), y lo atribuyeron a que la mayor parte de la energía de la dieta con más alto nivel de PB (36 %) fue procedente de lípidos (aceite de pescado) que causó alta grasa corporal respecto a las otras que utilizaron maíz. Es importante

señalar que, estos autores emplearon la soya para incrementar los niveles de PB, lo cual aumentó la proporción de proteína de origen vegetal/proteína total y pudo conducir a disminuir el valor nutricional de la ración por un aumento de factores antinutricionales (inhibidores de proteasas, taninos, lactinas entre otros) y por tanto un uso menos eficiente de la energía.

Daniel (2016) informó que la inhibición de las proteasas se compensa por un aumento en la secreción de enzimas pancreáticas y aunque el proceso digestivo podría concluirse bien, el costo energético para los peces podría ser alto, como resultado de la síntesis adicional de enzimas, por tanto, parte de la energía dietética no estaría disponible para el efecto de ahorro de PB necesario para el crecimiento.

Li y Lowell (1992) no encontraron diferencias entre 26, 32 y 38 % de PB cuando el bagre americano *Ictalurus punctatus* se alimentó a saciedad en tanques; pero cuando se les restringió la ración, los peces requirieron de 38 % PB para máxima producción, lo cual coincide con este trabajo y evidencia que los bagres se pueden alimentar con menos cantidad de ración siempre que se suplan los niveles de PB requeridos por kilogramo de peso vivo.

La conversión alimentaria mejoró al aumentar los niveles de proteína dietética y mantener el mismo requerimiento absoluto (Tabla 3). Los incrementos de PB en las raciones permitieron disminuir 300 g de alimento por cada kilogramo de ganancia de peso vivo (Tabla 2). Esto coincide con otros trabajos (Li y Lowell, 1992; Cho y Lowell, 2002), los cuales mostraron que la eficiencia de la alimentación mejora cuando se reducen las cantidades de alimento y se mantienen los consumos de fósforo (P) en términos absolutos (gramos de proteína por kilogramo de peso vivo) para no afectar el crecimiento.

Un comportamiento similar presentó la eficiencia proteica (Tabla 3), donde los mejores valores se obtuvieron con los porcentajes más altos de PB, lo que puede indicar que los niveles de ED estuvieron acorde a los tenores de PB y no existió utilización de proteína con fines energéticos. Además, estos resultados se pueden respaldar con una mejor calidad de la PB al contar con mayor proporción de proteína de origen animal y mayor aprovechamiento de la energía digestible (ED).

Según Toledo, Llanes y Romero (2015a), cuando el suministro de alimento no se limita (*ad libitum*), este representa el factor más importante del crecimiento y la conversión alimentaria de los peces; en el ámbito práctico, esta estrategia de alimentación es factible aplicarla cuando el alimento no cubre en su totalidad las exigencias nutricionales de los animales para no afectar el crecimiento, aunque se deteriora la conversión alimentaria. Por el contrario, en este mismo contexto con una alimentación restringida (por ciento del peso corporal/día) se deprime el crecimiento y no se afecta la conversión alimentaria.

La supervivencia (Tabla 3) fue alta en todos los tratamientos (mayor que 95 %), por lo cual los incrementos de concentraciones de PB en el alimento con una disminución de la ración no fueron

promotores de mortalidades, ni variaciones de tallas dentro de los grupos que condujeran al canibalismo.

Los autores Li y Lowell (1992); Cho y Lowell (2002) coincidieron en que los niveles de proteína dietéticos no influyeron en la variación de la talla de los peces que recibieron la alimentación a saciedad; pero la cantidad de alimento sí fue determinante en la variación de la talla de los bagres americanos en tanques, lo que coincide con los resultados de este trabajo en bagres africanos donde las diferencias de tallas se propiciaron por el régimen de alimentación restringida a que se sometieron los peces.

Es importante señalar que las variaciones de las tallas de los animales también se pueden manifestar por la presentación física del alimento, cuando el tamaño del pellet no es el óptimo para la etapa de cultivo, lo que se evidencia más en los alevines. Siempre que se utilice un régimen de alimentación restringido es necesario contar con raciones que proporcionen un número de pellets proporcional a la cantidad de animales que se requiere alimentar y un tamaño acorde a la talla del pez (Toledo, Llanes y Romero, 2015a; Michael, Onyia y Kefas, 2015).

Generalmente, 32 % de PB es el nivel tradicional que se utiliza en los concentrados comerciales para el engorde de bagres, aunque se tienen experiencias prácticas que se pueden utilizar alimentos con tenores de PB más bajos (25 y 28 %) si los peces se alimentan a saciedad (Li y Lowell, 1992). Sin embargo, alimentar a la saciedad puede ser inconveniente y costoso para la mayoría de las granjas, ya que el pez se puede sobrealimentar y se derrocha mucho alimento, a pesar de que se cuente con un alimentador cuidadoso y competente; además se genera mucha materia fecal que puede afectar la calidad del agua.

Por el contrario, bajo las condiciones de este experimento con 45 % de PB y una tasa de proteína-energía de 20 g de proteína /MJ se logró suministrar mayor cantidad de PB y mejorar los indicadores productivos. Este régimen de alimentación se puede recomendar para la intensificación de los cultivos lo cual implicaría el suministro de menores cantidades de alimento con alto nivel de proteína y por tanto menos generación de materia orgánica, que ayudaría con la calidad del agua. No obstante, se recomienda estudiar la calidad de los efluentes (sólidos suspendidos totales y compuestos nitrogenados y fosforados) de los tanques sometidos a este régimen de alimentación.

El análisis económico (Tabla 4) mostró que las dietas a mayores niveles de PB fueron más costosas, debido a los altos precios de las fuentes convencionales de proteínas, fundamentalmente las de origen animal (harina de pescado y subproductos de aves), no obstante, fueron las que propiciaron los menores costos de alimentación, al lograrse una mejor conversión alimentaria, y por tanto proporcionaron las mayores utilidades en la producción de una tonelada de pescado entero.

Tabla 4. Análisis económico de la producción *Clarias gariepinus* con las dietas experimentales (USD \$ /t)

Indicadores	D-1 35 %	D-2 40 %	D-3 45 %
Costo de la ración	895,44	1 025,72	1 155,05
Costo de alimentación	1 343,16	1 230,86	1 039,54
Gasto total de producción	2 238,60	2 051,43	1 732,57
Utilidades	1161,40	1 348,57	1 667,43
Ahorro	-	187,17	318,86

Valor de producción: \$ USD 3 400,00 /t de pescado entero.

Utilidades= Valor de producción- Gasto total.

Además, es importante considerar otros ahorros por concepto de gasto de agua, mano de obra, electricidad, riesgos por mortalidades al requerir menor tiempo para obtener el peso de cosecha en la medida que se utilizan raciones de altos niveles de proteína.

CONCLUSIONES

El incremento de la proteína dietética con igual relación proteína-energía y el mismo requerimiento absoluto (gramos proteína/kilogramo de peso vivo) mejoró el desempeño productivo de alevines de *Clarias gariepinus* con un efecto económico positivo.

REFERENCIAS

Cho, S. H., & Lovell, R. T. (2002). Variable feed allowance with constant protein input for channel catfish (*Ictalurus punctatus*) cultured in ponds. *Aquaculture*, 204(1-2), 101-112. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00645-7](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00645-7)

Daniel, N. (2016). Neem seed cake (NSC) as fish feed ingredient: Opportunities and constraints. *International Journal of Fisheries & Aquatic Studies*, 4, 20-23. <http://www.fisheriesjournal.com/archives/?year=2016&vol=4&issue=5&part=A>

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2012). InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1463425](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1463425)

Latimer, G. W. (2016). Official methods of analysis of AOAC International. Rockville, MD: AOAC International. https://www.techstreet.com/standards/official-methods-of-analysis-of-aoc-international-20th-edition-2016?product_id=1937367

Li, M., & Lowell, R. T. (1992). Comparison of satiate feeding and restricted feeding of channel catfish with various concentrations of dietary protein in production ponds. *Aquaculture*, 103(2), 165-175. DOI: [10.1016/0044-8486\(92\)90410-M](https://doi.org/10.1016/0044-8486(92)90410-M)

Michael, K. G., Onyia, L. U., & Kefas, M. (2015). Growth Performance of *Clarias gariepinus* Juveniles Fed with Azanza garckeana (Goron Tula) Seed Meal. *Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences*, 3(7), 91-97. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153366357>

Peres, H., & Oliva-Teles, A. (2017). Protein and amino acid nutrition of marine fish species. *Avances en Nutrición Acuicola*. <http://nutricionacuicola.uanl.mx/index.php/acu/article/view/25>

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., & Romero, C. (2015a). Nutrición y alimentación de peces de aguas cálidas. *AcuaCUBA*, 17(1), 5-29. <https://docplayer.es/17142139-Empresa-de-desarrollo-de-tecnologias-acuicolas.html>

Toledo J., Llanes J., & Romero, C. (2015b). Sustitución de harina de pescado por harina de subproductos de aves en alevines de *Clarias gariepinus*. *AcuaCUBA*, 17(2), 5-8. <https://www.oceandocs.org/handle/1834/9130>

Vidotti, R. M., Carneiro, D. J., & Malheiros, E. B. (2000). Diferentes teores protéicos e de proteína de origem animal em dietas para o bagre africano, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) na fase inicial. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 22, 717-723. <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/3239>