

Coeficientes de digestibilidad aparente de tres ingredientes proteicos para capaz, *Pimelodus grosskopfii*

Apparent digestibility coefficients of three protein ingredients in capaz, *Pimelodus grosskopfii*

Coeficientes de digestibilidade aparente de três ingredientes protéicos em capaz, *Pimelodus grosskopfii*

Rubén D. Valbuena- Villareal¹, Beatriz E. Zapata- Berruecos^{2*}, Mariana C. Gutiérrez-Espinosa^{3*}

¹ Biólogo, MSc, Profesor Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia.

² Zootecnista, cMSc, Estudiante de Maestría en Acuicultura, Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos - IALL, Villavicencio, Colombia

³ Zootecnista, MSc, Profesor Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos - IALL, Villavicencio, Colombia.

* Grupo de Investigación del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos-IALL

Email: beelzabe@gmail.com

Recibido: septiembre 4 de 2012

Aceptado: noviembre 29 de 2012

Resumen

El presente estudio se realizó con el objeto de determinar la digestibilidad de materia seca (MS), proteína bruta (PB) y energía bruta (EB) de tres ingredientes en capaz, *Pimelodus grosskopfii*. Se utilizaron 90 ejemplares de capaz con peso y longitud promedio de 114 ± 15 g y $23 \pm 0,5$ cm respectivamente. Para la recolección de heces se utilizó una batería de tres tanques de fibra de vidrio con capacidad de 200 L con fondo cónico (Sistema Guelph modificado). Los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de los ingredientes fueron calculados por el método indirecto, utilizando óxido de cromo al 0,5% como marcador. Como ración base se utilizó una dieta semipurificada y 3 dietas experimentales, cada una con 30% del ingrediente a analizar. Entre los CDA para MS no se observó diferencia significativa ($P > 0,05$). Los valores de los CDA de proteína y energía para los diferentes ingredientes presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$). El CDA de proteína para la harina de pescado fue significativamente mayor (94,5%) comparado con la harina de carne (59,6%), pero sin diferencias significativas entre la harina de sangre y los otros ingredientes (78,5%). Por el contrario, para energía la harina de sangre presentó diferencias con la harina de carne. Los resultados muestran que el capaz puede digerir la proteína y la energía de ingredientes de origen animal.

Palabras clave: Análisis proximal, bagres, digestibilidad aparente, nutrición.

Abstract

The purpose of this study was to determine the digestibility of dry matter (DM), crude protein (CP), and gross energy (GE) of three ingredients in capaz (*Pimelodus grosskopfii*). Ninety specimens of capaz were used. They weighted and sized about 114 ± 15 g and 23 ± 0.5 cm respectively. In order to collect the feces a battery of three fiberglass tanks with a capacity of 200 L, and conical bottom (modified Guelph system) was used. The ADC of ingredients were calculated by indirect method using chromic oxide 0.5% as a marker. A semipurified diet was used as base. Three experimental diets were stu-

died each with 30% of the ingredient to be analyzed. The ADC for DM did not show significant differences ($P_{<0.05}$); it was observed in the values of the ADC of protein and energy for the different ingredients ($P_{<0.05}$). The ADC of protein for fish meal was significantly higher (94.5%) compared with meat meal (59.6%). There was no significant difference between the blood meal and other ingredients (78.5%), in contrast, the ADC protein to energy showed some differences with meat meal. The results show that the capaz can digest protein and energy of animal ingredients.

Keywords: proximal analysis, catfish, digestibility coefficients, nutrition.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi determinar a digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) de três ingredientes protéicos em capaz (*Pimelodus grosskopfii*). Foram utilizados 90 exemplares de capaz com peso e comprimento médio de 114 ± 15 g e $23 \pm 0,5$ cm respectivamente. Para a coleta de fezes, foi utilizada uma bateria de três tanques de fibra de vidro com uma capacidade de 200 L com fundo cônico (Sistema Guelph modificado). Os CDA dos ingredientes foram calculados pelo método indireto, usando óxido crômico ao 0,5% como um marcador. Como ração base foi utilizada uma dieta semi-purificada e 3 dietas experimentais, cada uma com 30% da MP a analisar. Entre os CDA para MS não foi observada diferença significativa ($P_{<0,05}$). Nos valores de os CDA de proteína e energia para os diferentes ingredientes não foi observada diferença significativa ($P_{<0,05}$). O CDA da proteína para a farinha de peixe foi significativamente maior (94,5%) em comparação com a farinha de carne (59,6%). Não houve diferença significativa entre a farinha de sangue e os outros ingredientes (78,5%) no CDA da proteína, em contraste, o CDA da energia apresentou diferenças com a farinha de carne. Os resultados mostram que o capaz pode digerir a proteína e a energia de ingredientes de origem animal.

Palavras chave: análise proximal, bagres, digestibilidade aparente,

Introducción

El capaz, *Pimelodus grosskopfii*, es una especie de la familia Pimelodidae, que se distribuye en las cuencas del río Magdalena y en las sub cuencas del Cauca y San Jorge (Jiménez-Segura y Villa-Navarro, 2011) en Colombia. Su aceptación comercial se basa principalmente en la calidad de la carne, la ausencia de espinas intramusculares y el precio en el mercado. La reproducción de la especie ha sido estudiada, reportándose protocolos eficientes para su producción en cautiverio (Valbuena-Villareal *et al.*, 2010), sin embargo uno de los principales limitantes para la obtención de alevinos es la alimentación en las diferentes fases de cultivo.

La digestibilidad, que mide la capacidad de una especie para digerir y absorber los nutrientes (Gutiérrez *et al.*, 2009), es uno de los criterios adoptados en estudios para la evaluación de la calidad nutricional de los ingredientes y de la eficiencia de las dietas completas, por medio de la cuantificación de la fracción del nutriente o de la energía absorbida del alimento que no es excretada en las heces (De Silva y Anderson, 1995). La determinación de la digestibilidad de los ingredientes utilizados en la elaboración de dietas para peces es fundamental para mejorar su eficiencia alimenticia (Teixeira *et al.*, 2010). La selección de los ingredientes con mayor digestibilidad posibilita mejoría en los índices zootécnicos y disminución en la polución del agua (Oliveira Filho y Fracalossi, 2006).

En peces, debido a la dificultad en la recolección total de las heces y en la medición precisa de la cantidad de alimento consumido, se ha optado por el método indirecto para la medición de la digestibilidad, que consiste en incorporar en la dieta un marcador inerte (Wilson y Poe 1985; Oliveira Filho y Fracalossi 2006); el más utilizado en los experimentos con diferentes especies ha sido el óxido de cromo (Hien *et al.*, 2010; Teixeira *et al.*, 2010; Vásquez-Torres *et al.*, 2010). Existen reportes sobre digestibilidad de ingredientes en especies de silúridos de interés comercial en Suramérica tales como el pintado o surubim brasileiro, *Pseudoplatystoma corruscans* (Gonçalves y Carneiro, 2003; Teixeira *et al.*, 2010), y en jundía, *Rhamdia quelen* (Oliveira Filho y Fracalossi, 2006). Sin embargo son escasas las investigaciones sobre alimentación y nutrición en especies de silúridos de interés nacional, encontrando que las existentes se limitan a la alimentación de la especie con dietas formuladas comercialmente con los requerimientos de otras especies (Mora *et al.*, 2009; Marciales-Caro *et al.*, 2011), además de no existir reportes sobre la disponibilidad de nutrientes en los ingredientes de alimentos comunes utilizados en la formulación de raciones para peces en estas especies.

Entre los factores que mayor efecto tienen sobre la digestibilidad de los nutrientes en los peces están: especie, tamaño de la ración, frecuencia de alimentación, talla, edad, temperatura del agua, origen de los ingredientes de la dieta y el método de recolección,

entre otros (Usmani y Jafri, 2002; Usmani *et al.*, 2003; Hien *et al.*, 2010, Gutiérrez-Espinosa *et al.*, 2011).

Este tipo de estudios permite conocer los ingredientes que proporcionan bajos excedentes de nutrientes al medio, principalmente nitrógeno y fósforo (Biudes *et al.*, 2009), además de la evaluación de la proteína digestible y el valor energético de los ingredientes como parte fundamental para la formulación de dietas económicas y eficientes (Glencross *et al.*, 2007).

La falta de datos concretos sobre la evaluación de los alimentos y de las exigencias nutricionales trae como consecuencia deficiencias en la nutrición de los peces y por ende altos índices de mortalidad, baja eficiencia alimenticia y desempeño. En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue determinar el valor nutritivo de tres ingredientes proteicos para la alimentación del capaz, por medio de la determinación de los coeficientes de digestibilidad de materia seca (MS), proteína bruta (PB) y energía bruta (EB).

Materiales y métodos

Localización

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Estación Piscícola de Piedra Pintada (Huila-Colombia) a 390 msnm, con temperatura promedio de 28,5 °C. La elaboración de las dietas experimentales y los diferentes análisis de laboratorio fueron realizados en el Laboratorio Experimental de Alimentación y Nutrición de Peces (LEANP) de la Estación Piscícola del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos (IALL) Villavicencio, Meta.

Material biológico y condiciones experimentales

Se utilizaron 90 ejemplares de capaz con peso y longitud promedio de 114±15 g y 23±0,5 cm respectivamente, obtenidos por reproducción artificial con el protocolo propuesto por Valbuena-Villareal *et al.* (2010). Los peces se distribuyeron en tres piletas cuadradas de 2000 L de capacidad, en grupos de 30 individuos/pileta, donde permanecieron por dos semanas en período de adaptación a las condiciones experimentales y se alimentaron con dieta semipurificada (Tabla 1).

Para la recolección de heces, se utilizó una batería de tres tanques de fibra de vidrio con capacidad de 200 L con fondo cónico (Sistema Guelph modificado), manteniendo recambio permanente de agua (3 L/ min). Cada tanque conformo una réplica (tres réplicas por tratamiento) Los parámetros de calidad de agua como oxígeno disuelto (OD), temperatura y pH fueron moni-

toreados diariamente con la ayuda de un equipo multiparamétrico YSI (*Professional Plus*[®], Yellow Springs Instruments, Ohio, USA).

Tabla 1. Composición porcentual de ingredientes de la dieta referencia utilizada para la determinación de los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) en capaz (% en base húmeda).

Ingredientes	g /100g dieta
Caseína ¹	33,3
Gelatina ²	3,4
Dextrina	40,0
Alfa-Celulosa	14,0
Aceite pescado	2,4
Aceite vegetal	2,4
Premezcla vitaminas y microminerales ³	0,4
Premezcla macrominerales ⁴	4,0
Vitamina C ⁵	0,1

¹ Composición analizada: MS 93 %; PB 86,42 %; lípidos 2,29%, cenizas 3,66%.

² Composición analizada: MS 91%; PB 94,02%.

³ Rovimix®Premix, DSM NutritionalProducts Colombia S.A.: Vit A 7.5*10⁶ UI, Vit D3, 3.75*10⁶ UI, Vit E 10.83 g, Vit B1 1.83 g, Vit B2 2,91 g, Vit B6 1.83 g, Ácido pantoténico 8.33 g, Biotina 166.66 mg, Ácido. Fólico 833.33 mg, Ác. Ascórbico 41.66 g, Niacina 7.5 g, Vit B12 3.33 mg, Vit K3 1.66 g, Magnesio 91.66, Zinc 21.66, Hierro 28.33 g, Cobre 2.5, Yodo 0.17, Selenio 66.66 g, Manganeseo 2.5 g, Inositol F.G. 58.33g, LuctanoxE 25g.

⁴ Composición por 100 g de mezcla: Ca(H₂PO₄) 13,6 g; Lactato de Ca 34,85 g; 2MgSO₄.7 H₂O, 13,2 g; KH₂PO₄ 24 g; NaCl 4.5 g; AlCl₃ 0.015 g, CMC 9.835 g.

⁵ Stay-C®, DSM NutritionalProducts Colombia S.A.

Dietas experimentales y digestibilidad de las materias primas

Para determinar los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de las tres materias primas evaluadas: harina de pescado, harina carne y harina de sangre (donadas por una industria de elaboración de alimentos concentrados), fueron elaboradas raciones constituidas por una mezcla de 69,5% de dieta semipurificada (Tabla 1), propuesta por Vásquez-Torres *et al.* (2002), 0,5% óxido de cromo III (Cr₂O₃) como marcador inerte y un nivel de inclusión de 30% de la materia prima a evaluar. Para el proceso de elaboración de las dietas, se pesó cada uno de los ingredientes en las cantidades establecidas en la formulación, siendo, posteriormente mezclados, humedecidas (25% de agua) y finalmente

procesadas en micro-extrusora (Extec®, Riberão Preto-Brasil). Las dietas se secadas en horno a 60 °C por 6 horas y se almacenaron en bolsas de cierre hermético a 4 °C hasta su uso. La composición proximal de las dietas experimentales se observa en la tabla 2.

Cada grupo de peces fue alimentado hasta aparente saciedad con una de las dietas experimentales tres veces al día, por un período de 10 días. A partir del día quinto se inició la recolección de las heces. En horas de la mañana, después de la alimentación se ubicaron aleatoriamente 10 animales en cada uno de los tanques cónicos. A partir de este momento se inició la recolección de las heces en intervalos de una hora durante 12 horas.

Análisis bromatológico

La composición proximal de los ingredientes, las dietas y las heces fueron determinados según metodologías patrón descritas por la *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC, 1995), que incluyen realizar cada análisis por triplicado. La materia seca (MS) se determinó por secado hasta obtención de peso constante en un horno (Mettler) a una temperatura de 105 °C durante 12 horas. El porcentaje de cenizas se determinó por incineración de las muestras secas en mufla a una temperatura de 550 °C durante 6 horas, el contenido de lípidos por extracción (Soxhlet) con éter de petróleo a una temperatura de 40-60 °C por un período de 10 horas. El porcentaje nitrógeno por el método de Kjeldahl y posterior cálculo de la proteína bruta (PB) (%Nx6,25). La energía bruta (EB) fue determinada utilizando bomba calorimétrica adiabática Parr Instruments (121EA, USA). Para determinar la concentración de óxido de cromo (Cr₂O₃) en las dietas experimentales y en las heces se utilizó el método de digestión con ácido nítrico y perclórico, con lectura en espec-

trofotómetro, siguiendo la metodología propuesta por Furukawa y Tsukahara (1966).

Los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de materia seca, proteína y energía, tanto de la dieta referencia como de las dietas experimentales, se calculó utilizando la ecuación de Nose (1966):

$$CDA_{Nut}(\%) = 100 - \left(100 \times \left(\frac{\%Cr_2O_3 d}{\%Cr_2O_3 h} \times \frac{\%Nuth}{\%Nutd} \right) \right)$$

Donde:

- CDA_{Nut}(%) = Coeficiente de digestibilidad aparente del Nutriente;
- %Cr₂O₃ d = Porcentaje de óxido de cromo de la dieta;
- %Cr₂O₃ h = Porcentaje de óxido de cromo de las heces;
- %Nut = Porcentaje del nutriente en las heces;
- %Nutd = Porcentaje del nutriente en la dieta.

La digestibilidad total de cada materia prima se estableció teniendo en cuenta la ecuación descrita por Bureau et al., (1999):

$$CDA_{Mp}(\%) = CDA_{Nutde} + \left[(CDA_{Nutde} - CDA_{Nutds}) * \frac{X * D_{ds}}{Y * D_{ing}} \right]$$

Donde:

- CDA_{Mp}(%) = Coeficiente de digestibilidad aparente del nutriente de la Materia Prima;
- CDA_{Nutde} = Coeficiente de digestibilidad aparente del Nutriente en la dieta experimental;
- CDA_{Nutds}(%) = Coeficiente de digestibilidad aparente del Nutriente en la dieta referencia;
- D_{ds} = % del nutriente en la dieta referencia;
- D_{ing} = % del nutriente de la materia prima evaluada;
- X = Proporción de la dieta referencia (69.5%);
- Y = Proporción de la materia prima (30%).

Tabla 2. Composición proximal de la dieta referencia y dietas experimentales.

Dieta experimental	MS (%)	% MS			EB (Kcal/Kg)
		PB	EE	CZ	
Dieta referencia (DR)	78.2	30.9	2.3	3.6	4652.7
DR+ 30%Harina de pescado	76.5	41.0	4.1	7.2	5107.7
DR+ 30%Harina de carne	78.1	35.1	6.0	14.0	4405.8
DR+ 30%Harina de sangre	79.3	47.9	1.5	3.3	5444.7

Análisis estadísticos

El diseño experimental se basó en un modelo de clasificación experimental completamente aleatorizado, efecto fijo de tipo balanceado con cuatro réplicas por tratamiento. Los datos fueron expresados como media \pm desviación estándar y transformados por el método arco-seno para posteriormente ser sometidos a análisis de varianza de una vía para detectar diferencias estadísticas ($P < 0,05$). Para el caso de significancia estadística entre tratamientos se aplicó el test de Tukey ($p < 0,05$). Todos los análisis estadísticos fueron realizados usando el programa SPSS (Inc., Chicago, Illinois, USA), versión 17.0.

Resultados

Los promedios observados para los parámetros de calidad de agua, se mantuvieron dentro de los valores considerados como óptimos para el cultivo de peces de clima cálido (Teixeira *et al.*, 2010), encontrando: temperatura fue de $28,6 \pm 1,6$; pH de $6,4 \pm 0,4$ y concentración de oxígeno disuelto $5,5 \pm 0,8$ mg/ L.

La composición proximal de las materias primas evaluadas se presenta en la Tabla 3. La dieta referencia presentó CDA para materia seca, proteína y energía de $74,1 \pm 2,5\%$, $95,0 \pm 0,3\%$ y $76,1 \pm 2,3\%$ respectivamente. Los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) para materia seca, proteína, y energía de los diferentes ingredientes se presentan en la Tabla 4. Entre los CDA para MS no se observó diferencia significativa ($P > 0,05$), sin embargo, numéricamente fue bajo ($35,0 \pm 19,4\%$) para la harina de carne con respecto a los otros dos ingredientes evaluados. En los valores de los CDA de proteína y energía para los diferentes ingredientes se presentó diferencia significativa ($P < 0,05$). El CDA de proteína para la harina de pescado fue significativamente mayor ($94,5 \pm 5,7\%$) comparado con la harina de carne ($59,6 \pm 10,1\%$). No se observó diferencia significativa entre el CDA de la proteína ($78,5 \pm 20,9\%$) la

harina de sangre y los otros ingredientes, por el contrario para energía presentó diferencias con la harina de carne.

Discusión

La composición de los ingredientes evaluados en este estudio fue coherente con los valores reportados en la literatura para materias primas similares (NRC, 1993; Usmani *et al.*, 2003). Sin embargo, el contenido de cenizas en la harina de carne utilizada fue mayor que el valor reportado en NRC, incluso que para la harina de carne y huesos.

Cuando se tienen en cuenta los valores de digestibilidad en la formulación de las dietas se obtiene como resultado dietas con alto valor nutricional, generando así un bajo impacto ambiental. En este estudio, el bajo valor numérico de la digestibilidad de la MS de la harina de carne en relación con los otros ingredientes podría ser explicada por la alta cantidad de cenizas que esta presentaba ($36,5\%$); lo que puede indicar que la materia prima utilizada en este estudio fue de mala calidad. La baja digestibilidad de los ingredientes asociada al alto contenido de cenizas presentes en ellos ha sido reportada también por otros autores (Usmani y Jafri 2002; De silva y Anderson 1995). En una dieta el aumento del contenido de cenizas podría disminuir el contenido de un componente nutritivo, además el contenido de cenizas afecta la digestibilidad de las dietas, indirectamente, influye en el crecimiento de los peces. Independientemente del contenido de cenizas en un ingrediente, lo importante es que en la dieta este contenido se mantenga inferior al 12% (De Silva y Anderson, 1995). En estudios realizados en tilapia del Nilo, *Oreochromis niloticus*, se encontraron diferencias significativas entre los CDA de la proteína y energía en dietas conteniendo nivel es altos de cenizas (Ogunji *et al.*, 2008). Adicionalmente se ha reportado una relación inversa entre el contenido de cenizas y la diges-

Tabla 3. Composición proximal de las materias primas

Materia Prima	IFN1	MS (%)	% MS			EB (Kcal/Kg)
			PB	EE	CZ	
Harina de pescado	5-09-835	93.3	56.6	10.4	15.1	4898.2
Harina de carne	5-09-323	98.3	54.1	11.3	36.3	3640.4
Harina de sangre	5-00-381	95.9	81.9	1.5	1.8	5735.4

¹ International FeedNumber (NRC, 1993). MS: Materia seca; PB: proteína bruta; EE: extracto etéreo; CZ: cenizas y EB: energía bruta.

Tabla 4. Coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de Materia seca, proteína y energía de los diferentes ingredientes evaluados y sus respectivos valores de proteína y energía digestible en capaz. Los datos son expresados como la media \pm DE.

Ingrediente	CDA (%)			Proteína digestible (%)	Energía digestible (Kcal/kg)
	Materia seca	Proteína	Energía		
Harina de pescado	76.1 \pm 9.3 ^a	94.5 \pm 5.7 ^a	96.5 \pm 11.0 ^a	53.5 \pm 3.2	4728.6 \pm 62.7
Harina de carne	35.0 \pm 19.4 ^a	59.6 \pm 10.1 ^b	61.1 \pm 13.0 ^b	32.2 \pm 5.5	2223.3 \pm 471.5
Harina de sangre	76.3 \pm 27.7 ^a	78.5 \pm 20.9 ^{ab}	78.7 \pm 10.9 ^a	64.3 \pm 17.1	4512.1 \pm 630.2

Letras diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística (P<0,05).

tibilidad de los componentes de la dieta (Köprücü y Özdemir, 2005). En bagre de canal, *Ictalurus punctatus*, Wilson y Poe (1985) reportan para la harina de carne y huesos (extruída y peletizada) CDA de proteína de 64 \pm 6% y 61 \pm 6% respectivamente y CDA de energía de 70 \pm 2% y 76 \pm 7% respectivamente, valores similares a los encontrados en este estudio.

En *P. corruscans* el CDA para proteína de la harina de sangre fue de 10,47% y para energía de 16,08%, con proteína y energía digestible de 7,69 % y 776,95 kcal/kg (Gonçalves y Carneiro, 2003), menor a lo encontrado para el capaz. Estos autores justifican estos bajos valores de digestibilidad a la composición desfavorable de la harina de sangre, la cual puede contener un exceso de hierro.

En diferentes especies de silúridos de hábitos omnívoros como el bagre de canal, *Ictalurus punctatus*, Joshua y Rebecca (2000), reportan un CDA para la proteína de 89.3% utilizando una fuente de harina de pescado de mejor calidad. Por otra parte Wilson y Poe (1985) reportan para la misma especie los CDA de proteína y energía para la harina de pescado utilizando dos procesos (extruído y peletizado). Los autores encontraron para la harina de pescado extruída CDA de 76 \pm 3% y 95 \pm 3% para proteína y energía respectivamente, y para la peletizada de 85 \pm 3% y 92 \pm 6%, sin observar diferencias entre los procesos. Estudiando jundiá, Rhamdia quelen Oliveira Filho y Fracalossi (2006) encontraron CDA para la harina de residuos de pescado de 58,6 \pm 10,0%, 77,7 \pm 1,9% y 74,8 \pm 4,4% para MS, PB y EB respectivamente. Adicionalmente los autores reportaron una proteína digestible de 47,1 \pm 1,2% y energía digestible 3014 Kcal/kg. Usmani et al. (2003) reportan para tres especies de bagres *Heteropneustes fossilis*, *Clarias batrachus* y *Clarias gariepinus* el CDA de proteína para dos fuentes de harina de pescado, una de origen peruano 73,3 \pm 1,88, 73,1 \pm 0,7 y 77,9 \pm 0,64 respectivamente y otra preparada en laboratorio 90,3 \pm

1,17, 87,0 \pm 1,86 y 97,8 \pm 0,16 respectivamente. Para especies de hábitos piscívoros, Gonçalves y Carneiro (2003) reportan para pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* un CDA de proteína para la harina de pescado de 84,1% y CDA de energía de 72,8%, concluyendo después de la evaluación de diferentes ingredientes de origen animal y vegetal que la harina de pescado era el mejor ingrediente para la alimentación de esta especie observando una PD de 45,4% y ED de 2790 Kcal/ kg para este recurso.

La digestibilidad de la harina de pescado en diferentes especies ícticas varía con la calidad de esta, dependiendo del tipo de materia prima usada para producir la harina. La "anchoveta", *Engraulis ringens*, es usada como materia prima para la fabricación de harina de pescado peruana, considerada una de las mejores del mundo por su alto contenido de proteína, además de su excelente perfil de aminoácidos (Gutiérrez et al., 2009).

La elevada digestibilidad de proteína (94,5%) y energía (96,5%) de la harina de pescado evaluada en este estudio, comparada con lo reportado por otros autores, denotan posiblemente la ocurrencia de lixiviación de la proteína y en consecuencia de la energía (Hien et al., 2010), que podría estar generando una sobrestimación de los resultados.

La harina de pescado es el principal ingrediente proteico utilizado en la fabricación de raciones para peces, debido a su buen balance de aminoácidos y su alta palatabilidad (Amaya et al., 2007; Wang et al., 2006; Fasakina et al., 2005). Las diferentes especies difieren en cuanto a la habilidad de digerir este ingrediente, que además puede variar en calidad por ser fabricado con residuos del fileteado o provenir del cuerpo entero del pez (Oliveira Filho y Fracalossi, 2006). Cuando la harina de pescado es fabricada con el cuerpo entero, los valores de digestibilidad son altos (>80%), tanto

para peces omnívoros como para carnívoro. (Oliveira Filho y Fracalossi, 2006).

Todos los ingredientes utilizados en este estudio son utilizados generalmente en la formulación de raciones para peces, y son empleados específicamente como fuentes proteicas. Aunque el capaz presenta habito omnívoro con tendencia a carnívoro fue observada baja digestibilidad de la harina de carne (35,0, 59,6 y 61,1% para MS, PB y EB respectivamente). La utilización más eficiente de la proteína y energía se observó en la harina de pescado, seguida de la harina de sangre y carne. Los resultados muestran que el capaz puede digerir la proteína y la energía de ingredientes de origen animal de manera diferenciada según el recurso alimenticio. Estos datos pueden ser utilizados no sólo para definir mejor las necesidades de nutrientes y de energía, sino también para generar dietas eficientes nutricionalmente para la especie. Sin embargo, es necesario seguir trabajando para identificar y evaluar el valor nutricional de más fuentes de origen animal, así como de origen vegetal, además de observar la utilización del almidón por parte de la especie.

Referencias

- Amaya EA, Davis DA, Rouse DB. Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) reared under pond conditions. *Aquaculture* 2007;262: 393-401
- AOAC. (Association of Official Analytical Chemists).1995.Official methods of analysis. 16th ed. AOAC. Ed. S. Willians. 16th ed. Arlington, Virginia.
- Biudes JFV, Pezzato LE, Camargo AFM. Digestibilidade aparente da farinha de aguapé em tilápias-do-Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2009; 38(11): 2079-2085
- De Silva SS, Anderson TA. 1995. Fish nutrition in aquaculture. London: Chapman & Hall, 319p.
- Fasakina EA, Serwatab TRD, Davies SJ. Comparative utilization of rendered animal derived products with or without composite mixture of soybean meal in hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis mossambicus*) diets. . *Aquaculture* 2005; 249: 329- 338.
- Furukawa A, Tukahara H. On the acid digestion for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*. 1966; 32(6): 502-506
- Glencross BD, Booth M, Allan GL. A feed is only as good as its ingredients - a review of ingredient evaluation for aquaculture feeds. *Aquacult. Nutr.*, 2007; 13: 17- 34
- Gonçalves E, Carneiro D. Coeficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*). *R. Bras. Zootec.*, 2003; 32(4): 779-786
- Gutiérrez-Espinosa MC, Yossa-Perdomo MI, Vásquez-Torres W. Digestibilidad aparente de materia seca, proteína y energía de harinas de vísceras de pollo, quinua y harina de pescado en tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*. *Revista Orinoquia*, 2011;15(2):169-179
- Gutiérrez F, Zaldívar J, Contreras C. Coeficientes de digestibilidad aparente de harina de pescado peruana y maíz amarillo duro para *Colossoma macropomum* (Actinopterygii, Characidae). *Rev. Peru. Biol*, 2009; 15(2): 111- 115
- Hien TTT, Phuong NT, Le Tu TC, Glencross B. Assessment of methods for the determination of digestibility of feed ingredients for Tra catfish, *Pangasinodon hypophthalmus*. *AquacultureNutrition*. 2010;16: 351-358
- Jiménez-Segura LF, FA Villa-Navarro. 2011. *Pimelodus grosskopfii* Steindachner 1879. En: Lasso C, Agudelo-Córdoba E, Ramírez-Gil H, Morales-Betancourt M, Ajiaco-Martínez R, Gutiérrez F, Usma- Oviedo JS, Muñoz-Torres S y A Sanabria-Ochoa A. (Eds.) Catálogo de recursos pesqueros continentales de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Joshua R, Rebecca L. Comparative aspects of feed and feedstuff by yaqui and channel catfish. *North American Journal of Aquaculture*, 2000; 62(4):279-284.
- Köprüçü K, Özdemir Y. Apparent digestibility of selected feed ingredients for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*).*Aquaculture*, 2005; 250: 308-316.
- Marciales-Caro LJ, Cruz-Casallas NE, Díaz-Olarte JJ, Medina-Robles VM, Cruz-Casallas PE. Crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de bagre rayado (*Pseudoplatystomasp*) y yaque (*Leiarius marmoratus*) consumiendo una dieta seca. *RevColombCiencPecu*, 2011; 24:179-190
- Mora JA, Moyetones F y Jover M. Influencia del contenido proteico en el crecimiento de alevines de bagre yaque, *Leiarius marmoratus*, alimentados con concentrados comerciales. *Zootecnia Trop.*, 2009; 27(2): 187-194
- Nose T.1966. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. Symposium on feeding trout and salmon culture, II, 17.
- NRC (National Research Council). 1993. *Nutrient Requirements of Fish*. National Academy Press, Washington, DC, 114 p.
- Ogunji J, SummanToor R, Schulz C, Kloas W. Growth performance, nutrient utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed housefly maggot meal (Magma) diets. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.*, 2008; 8: 141-147
- Oliveira Filho PRC, Fracalossi DM. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. *R. Bras. Zootec.*, (supl.) 2006; 35(4):1581-1587
- Teixeira E, Oliveira E, Saliba S, Castro Euler A, Carvalho de Faria P, Crepaldi D, Pimentel Ribeiro L. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. *R. Bras. Zootec.*, 2010; 39(6): 1180-1185
- Usmani N, Jafri AK. Effect of fish size and temperature on the utilization of different protein sources in two catfish species. *Aquaculture Research*, 2002; 33: 959-967

- Usmani N, Jafri AK, Khan MA. Nutrient digestibility studies in *Heteropneustes fossilis* (Bloch), *Clarias batrachus* (Linnaeus) and *C. gariepinus* (Burchell). *Aquacult. Res.*, 2003; 34: 1247- 1253
- Valbuena-Villarreal RD, Zapata-Berruecos BE, Cruz-Casallas PE. Reproducción inducida de Capaz (*Pimelodus grosskopfii*) con extracto de hipófisis de carpa: reporte preliminar. *Orinoquia*, 2010; 14(2): 133-139
- Vásquez-Torres W, Pereira-Filho M, Arias-Castellanos JÁ. Estudos para composição de uma dieta referencia semipurifi cada para avaliação de exigências nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818). *Rev Bras Zootec.*, 2002; 31:283-292
- Vásquez-Torres W, Yossa MI, Hernández G, Gutiérrez MC. Digestibilidad aparente de ingredientes de uso común en la fabricación de raciones balanceadas para tilapia roja híbrida (*Oreochromis sp.*). *Rev Colomb Cienc Pecu*, 2010; 23: 207-216
- Wang Y, Guo JI, Bureau DP, Cui Zh. Replacement of fish meal by rendered animal protein ingredients in feeds for cuneate drum (*Nibea miichthioides*). *Aquaculture*, 2006.; 252: 476- 483
- Wilson RP, Poe WE. Apparent digestible protein and energy coefficients of common feed ingredients for channel catfish. *The Progressive Fish-Culturist*, 1985; 47(3): 154-158.