

Artículo original

Composición química y perfil mineral de materias primas de origen animal y vegetal utilizadas en la formulación de dietas para la alimentación de alevines de *Colossoma macropomum*.

Chemical composition and mineral profile of animal and vegetable raw material in the formulation of diets for the supply of fingerlings *Colossoma macropomum*.

Morillo Marielba^{1*}, Visbal Tomas², Vielma Rosa Alba², Peña Liz², González Isbelia², Medina Ana Luisa².

¹Instituto de Investigaciones Facultad de Farmacia y Bioanálisis. ²Departamento de Ciencias de Los Alimentos. Universidad de Los Andes, Mérida C.P. 5101, República Bolivariana de Venezuela.

Recibido mayo 2016 - Aceptado noviembre 2016

RESUMEN

La cachama negra (*Colossoma macropomum*), es un pez de la cuenca del Amazonas y Orinoco, usado ampliamente en la alimentación del venezolano. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición química y el perfil mineral de materias primas de origen animal y vegetal, utilizadas en la formulación de las dietas para la alimentación de alevines de esta especie animal. Este estudio permitió conocer si estas materias primas cumplían con los requerimientos necesarios para ser utilizadas como sustitutos de la harina de pescado en la fabricación de piensos para peces. Los valores de proteínas, lípidos, humedad y cenizas fueron determinados siguiendo la metodología de la AOAC, mientras que los niveles Ca, Mg, K, Na, Cu, Mn, Zn y Fe, se efectuaron por espectroscopía de absorción atómica (EAA) previa digestión de la muestra con HNO₃: H₂SO₄. Los resultados obtenidos en el análisis porcentual de las materias primas HPI, HL, HCH, HMA, AT, HCR y HS, utilizadas para la formulación de dietas, mostraron que había diferencias significativas entre muestras ($p < 0,05$). El estudio estadístico del contenido de minerales en las materias primas de origen animal y vegetal mostró que las muestras eran significativamente diferentes ($p < 0,05$). Las muestras analizadas de materias primas de origen

animal y vegetal cumplieron con los contenidos de macrominerales (Ca, Mg y K) y microminerales (Cu, Mn, Zn y Fe) indispensables para el buen crecimiento del pez.

PALABRAS CLAVE

Colossoma macropomum, alevines, perfil mineral, macrominerales y microminerales.

ABSTRACT

The black "cachama" (*Colosomma macropomum*), is a fish found in the Amazon basin and Orinoco river used extensively for the Venezuelan population feeding. The aim of this work was to determine the chemical composition and mineral profile of animal and vegetable raw materials used in diet formulation for feeding young fish of this species. This study allowed us to know if these raw materials satisfy the necessary requirements in order to be used as substitute of fish flour in the manufacture of fish food. Protein, lipids, moisture and ash values were determined following the AOAC methodology, while Ca, Mg, K, Na, Cu, Mn, Zn and Fe levels were performed by atomic absorption spectroscopy (AAS) after digestion of the sample with HNO₃

: H₂SO₄. The results obtained in the analysis of raw materials HPI, HL, HCH, HMA, AT, HCR and HS, used for the formulation of diets, showed significant differences between samples ($p < 0.05$). The statistical study of the mineral content showed that samples were significantly different ($p < 0.05$). The analyzed samples satisfied the macromineral (Ca, Mg and K) and microminerals (Cu, Mn, Zn and Fe) content requirements which are essential for the adequate fish growth.

KEY WORDS

Colossoma macropomum, fingerlings, mineral profile, macrominerals and microminerals.

INTRODUCCIÓN

El pescado y los productos pesqueros representan una fuente muy valiosa de proteínas, ácidos grasos y micronutrientes esenciales para tener una nutrición equilibrada y disfrutar de buena salud. En el 2009, el pescado representó el 16,6 % del aporte de proteínas animales de la población mundial y el 6,5 % de todas las proteínas consumidas. Sin embargo, al ritmo que crece la población, para el 2020, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) considera que el mundo necesitará 23 millones de toneladas adicionales de alimentos acuáticos, para poder mantener al menos, el nivel actual de consumo per cápita de estos alimentos. Los productos de la pesca están sobreexplotados; por lo tanto, este suministro complementario deberá provenir de la acuicultura, y dependerá en gran parte de la disponibilidad de piensos de calidad que permita lograr la cría de estas especies en las cantidades necesarias [1].

La elaboración de alimentos para peces debe cumplir diferentes requisitos que aseguren su calidad, entre ellos: los ingredientes utilizados, la formulación de las dietas y los métodos de procesamiento empleados. El tipo de ingrediente influirá fuertemente sobre la composición nutricional del alimento, además la formulación debe estar acorde con los requerimientos nutricionales de las especies a alimentar [2,3].

La cachama negra (*Colossoma macropomum*), constituye uno de los mayores peces escamados de la cuenca del Amazonas y Orinoco. Es una especie con mucho potencial acuícola en Venezuela, debido a su alto grado de resistencia a las condiciones

adecuadas de cultivo y a que presenta buenos índices de crecimiento. Además requiere de una dieta que cubra sus requerimientos nutricionales, especialmente de proteína y energía [4].

Las investigaciones sobre las fuentes de proteínas vegetales para la alimentación en acuicultura se han intensificado, tomando en cuenta que los ingredientes alternativos no deberían encarecer los piensos, que representan la mayor parte del costo de la producción de pescado. Asimismo deben asegurar el crecimiento óptimo de los peces sin alterar su bienestar y salud, con un impacto mínimo sobre el medio ambiente [5].

Una de las fuentes alternativas de uso en los alimentos para peces, son las materias primas de origen vegetal [6]. La competitividad de las harinas obtenidas de plantas y la posibilidad de utilizar estas materias primas debe responder a los requerimientos nutricionales de la especie [7].

El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición química y el perfil mineral de materias primas de origen animal y vegetal, utilizadas en la formulación de dietas para la alimentación de alevines de *C. macropomum*, de manera que permitan el más alto rendimiento, al más bajo costo. La tarea más inmediata en el desarrollo de una dieta óptima para nuevas especies acuícolas es encontrar el balance entre proteínas, lípidos y carbohidratos en la dieta. Para ello, es necesario conocer los requerimientos de energía, aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestras

Las materias primas de origen animal y vegetal, empleadas en la formulación, fueron elaboradas en el Departamento de Ciencias de los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela.

Materias primas de origen animal

Harina de pescado importada [HPI]. Fue donada por la empresa Agribram Purina.

Harina de lombriz (*Eisenia foetida*) [HL]. Obtenida siguiendo la metodología descrita por Boulogne y col. (2008) [8].

Materias primas de origen vegetal.

Harina de Chachafruto (*Erythrina edulis*) [HCH]. Los frutos de *E. edulis*, se obtuvieron en

el Jardín Botánico de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis (ULA). Los frutos (11,6 kg) fueron sometidos a ebullición durante 30 min, escurridos y molidos en un molino de acero. Seguidamente, se colocaron en bandejas y se secaron con recirculación de aire a 55 °C durante 6 horas. Posteriormente, se dejó enfriar el producto y se sometió a molienda. El producto de la molienda se almacenó a 4 °C [4].

Harina de Caraotas variedad roja [HCR]. Las caraotas (*Phaseolus vulgaris*) variedad roja (1 Kg) se llevó a ebullición durante 30 min, el producto obtenido se escurrió, se molió, se secó en estufa con recirculación de aire a 55 °C durante 3 horas y se almacenó a 4 °C [4].

Harina de Soya [HS]. La harina de soya (*Glicine max*) se elaboró por molienda de la torta de soya (obtenida en un mercado local de Mérida). El producto obtenido, se sometió a un proceso de desgrasado con hexano, grado analítico (Merck), para lo cual se tomó 750 g de torta de soya molida, se mezcló con 2 L de hexano, se calentó aproximadamente a 30 °C, se filtró al vacío y la harina desgrasada se dejó durante 12 horas en un recipiente, para permitir la evaporación del solvente espontáneamente y posteriormente se llevó a estufa a 40 °C para evaporar los restos de hexano. El producto se pesó y se almacenó a 4 °C [4].

Harina de maíz amarillo (*Zea mays* L) [HMA]. Fue adquirida en un mercado de la localidad de Mérida.

Harina de afrecho de trigo (*Triticum aestivum* L Tell) [AT]. Fue adquirida en un mercado de la localidad de Mérida.

Análisis de las muestras

Determinación de la composición química de las materias primas. El contenido de humedad, cenizas, grasa y proteínas se realizó siguiendo la metodología de la AOAC (de sus siglas en inglés Association of Official Analytical Chemists), 2000 [9].

Determinación de los extractos no nitrogenados [ENN]. Este valor se determinó siguiendo el protocolo descrito por Olvera y col. (1983) [10].

Análisis del perfil mineral

Digestión de las muestras. Se efectuó el procesamiento de la muestra mediante una digestión total ácida en caliente, de acuerdo a la metodología descrita por Adeloju y col. 1994; Isea y col. 2008 [11,12].

Determinación analítica de los minerales. Los niveles de Ca, Mg, K, Na, Cu, Mn, Zn y Fe, fueron determinados en un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer Analyst 700, usando el método de Análisis por Inyección de flujo-Espectrometría de Absorción Atómica en llama (FIA-EAA) (Burguera y col, 1986; León y col, 1986; Burguera y col, 1990) [13-15]. Las soluciones de reactivos y patrones se prepararon a partir de reactivos de grado analítico y agua Milli-Q 18 M Ω . cm de resistividad específica.

Análisis estadístico. Cada muestra se analizó por triplicado y a todos los resultados se les realizó un análisis de varianza ANOVA de una sola vía con test Newman Keuls, utilizando el Programa estadístico Statgraphics Centurion XVI, versión 16.1.17.

RESULTADOS

Contenido porcentual de las materias primas utilizadas para la formulación de dietas para la alimentación de alevines de cachama negra (*C. macropomum*). Los resultados obtenidos en el análisis porcentual de las materias primas HPI, HL, HCH, HMA, AT, HCR y HS, utilizadas para la formulación de dietas para la alimentación de alevines de cachama negra (*C. macropomum*), se muestran en la Tabla 1. El estudio estadístico mostró que había diferencias significativas entre las muestras ($p < 0,05$).

Composición de minerales de las materias primas, utilizadas para la formulación de dietas para la alimentación de alevines de cachama negra (*C. macropomum*). Se determinó el contenido de minerales en las materias primas de origen animal y vegetal (Tabla 2), que fueron utilizadas para la formulación de dietas experimentales para alevines de cachama negra.

El estudio estadístico mostró que las muestras son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

TABLA 1
Composición química de las materias primas usadas para la formulación en g.100 g⁻¹.

Muestra	Humedad	% MS	Cenizas	Proteína	Lípidos	ENN*
HPI	7,0 ± 0,1 ^b	93,0 ± 0,1 ^c	16,6 ± 0,1 ^a	73,1 ± 0,2 ^a	8,8 ± 0,01 ^a	1,4
HL	7,6 ± 0,2 ^b	92,4 ± 0,2 ^c	5,6 ± 0,3 ^b	58,0 ± 0,1 ^b	7,3 ± 0,04 ^a	29,1
HCH	6,7 ± 0,6 ^b	93,3 ± 0,6 ^c	3,9 ± 0,4 ^c	19,1 ± 0,1 ^d	0,7 ± 0,1 ^d	76,3
HMA	10,4 ± 0,5 ^a	89,6 ± 0,5 ^d	0,7 ± 0,2 ^a	9,3 ± 0,3 ^e	2,2 ± 0,01 ^c	87,8
AT	13,2 ± 0,4 ^a	86,8 ± 0,4 ^a	3,3 ± 0,2 ^c	17,9 ± 0,1 ^d	3,3 ± 0,02 ^b	75,5
HCR	4,2 ± 0,4 ^c	95,8 ± 0,4 ^b	2,6 ± 0,1 ^d	22,6 ± 0,03 ^c	0,9 ± 0,2 ^d	73,9
HS	3,2 ± 0,3 ^d	96,8 ± 0,3 ^a	6,2 ± 0,4 ^b	53,0 ± 0,4 ^b	0,7 ± 0,4 ^d	40,0

*ENN: Extracto no nitrogenado (carbohidratos totales).

Los valores son medias (n = 3). Letras diferentes en columnas, indican diferencias significativas (p < 0,05).

[HPI] harina de pescado importado; [HL] harina de lombriz; [HCH] harina de chachafruto, [HMA] harina de maíz amarillo,

[AT] afrecho de trigo, [HCR] harina de caraota variedad roja; [HS] harina de soya.

Corrección por materia seca = (parámetro x MS/ 100).

TABLA 2
Composición de minerales presentes en las materias primas de origen animal y vegetal en mg.100g⁻¹.

Metal	Materias primas de origen vegetal						
	HPI	HL	HCH	AT	HMA	HCR	HS
Ca	2978,8 ± 0,0 ^a	210 ± 0,5 ^c	81,8 ± 0,1 ^e	106,6 ± 0,1 ^e	14,80 ± 0,01 ^f	168,80 ± 0,01 ^d	298,8 ± 0,4 ^b
Mg	283,9 ± 0,02 ^c	115,5 ± 0,01 ^e	200,50 ± 0,01 ^d	748,50 ± 0,04 ^a	69,30 ± 0,04 ^e	215,40 ± 0,01 ^d	400,20 ± 0,01 ^b
K	603,0 ± 0,01 ^e	521,6 ± 0,02 ^e	6393,50 ± 0,02 ^a	804,80 ± 0,04 ^d	280,30 ± 0,01 ^f	2207,60 ± 0,03 ^c	4411,0 ± 0,2 ^b
Na	488,8 ± 0,02 ^b	1479,0 ± 0,01 ^a	64,80 ± 0,02 ^d	8,10 ± 0,01 ^f	81,9 ± 0,2 ^d	134,10 ± 0,02 ^c	21,60 ± 0,01 ^e
Cu	0,65 ± 0,10 ^c	2,97 ± 0,2 ^b	67,0 ± 0,01 ^a	0,83 ± 0,01 ^c	0,36 ± 0,01 ^d	0,53 ± 0,01 ^d	0,86 ± 0,02 ^c
Mn	2,90 ± 0,01 ^b	4,9 ± 0,02 ^a	2,60 ± 0,01 ^b	1,90 ± 0,01 ^c	1,20 ± 0,03 ^d	5,60 ± 0,01 ^a	6,40 ± 0,01 ^a
Zn	4,8 ± 0,1 ^b	5,3 ± 0,1 ^b	1,5 ± 0,2 ^d	10,30 ± 0,02 ^a	0,96 ± 0,01 ^d	4,50 ± 0,05 ^b	2,60 ± 0,03 ^c
Fe	35,3 ± 0,1 ^b	221,5 ± 0,03 ^a	19,3 ± 0,3 ^c	16,3 ± 0,4 ^{c,d}	16,2 ± 1,6 ^{c,d}	12,80 ± 0,05 ^e	14,1 ± 0,2 ^d

Los valores son medias (n = 3). Letras diferentes en columnas, indican diferencias significativas (p < 0,05).

[HPI] harina de pescado importado; [HL] harina de lombriz, [HCH] harina de chachafruto, [AT] afrecho de trigo, [HMA] harina de maíz amarillo, [HCR] harina de caraota variedad roja; [HS] harina de soya.

DISCUSIÓN

Las materias primas de origen animal empleadas en este ensayo fueron la HPI y HL. El contenido de humedad para HPI (Tabla 1) fue de 7 %, el cual se encuentra dentro de lo establecido por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) [16], que es del orden del 10 %. Con respecto a la cantidad de proteínas, se obtuvo 73,1 %, valor que está por encima del rango especificado por esta norma [16], que va desde 55 a 65 %. El contenido de grasa y cenizas, fue de 8,8 % y 16,6 %, respectivamente, ubicándose por debajo de lo exigido por la norma COVENIN [16], que establece un rango entre 10 y 13 % de grasa y 18–20 % de cenizas. Con respecto al porcentaje de extracto no nitrogenado (ENN), la HPI presentó 1,43 %, sin embargo este valor no se encuentra reportado en la norma COVENIN [16].

Según los resultados obtenidos, la HPI cumple con las especificaciones de los macronutrientes exigidos por la norma COVENIN [16].

La HL, presentó un contenido de humedad de 7,6 %, valor que se encuentra dentro de los reportados por Vielma (2004) [17] de 13,5 % y Bastardo (2007) [18] de 6,1 %. En cuanto a la cantidad de proteína de 58 %, es similar a los indicados por Tacon y col. (1983) [19] de 58,78 % y Bastardo (2007) [18] de 57,96 %, pero inferior al reportado por Vielma (2004) [17], de 62,3 %. Los valores de lípidos de 7,3 % se encuentran por debajo de los obtenidos por Bastardo (2007) [18] de 8,81 %; Tacon y col. (1983) [19] de 9,04 %; Medina & Araque (1999) [20] de 9,75 % y Vielma (2004) [17] de 11,0 %. En cuanto al porcentaje de cenizas (5,6), este se encuentra por debajo a los reportados por Medina & Araque (1999) [20] de 6,3 % y Bastardo (2007) [18] de 8 %.

Con respecto a las materias primas de origen vegetal, la HCH presentó un contenido de humedad de 6,7 %, proteína de 19,3 %, cenizas de 3,9 %, lípidos de 0,7 % y ENN de 76,3 %. Al compararlo con los datos aportados por Mejías y col. (1993) [21], humedad 4,9 %, cenizas 4,9 %, lípidos 1,6 %, proteína 22,2 %, ENN 56 %, se observó que la cantidad de proteína y lípidos son inferiores. Además, Muñoz y col. (1999) [22] obtuvieron un 24 % de proteína pero en las hojas de chachafruto, no en el fruto como tal.

La HS mostró un contenido de humedad de 3,2 %, muy por debajo de lo establecido por la norma COVENIN [23] que es de 12 %. El contenido de proteína 53 % está por encima de lo reportado por la norma, 46-49 %. En cuanto a los valores de lípidos 0,7 % y cenizas 6,2 % son algo similares a lo indicado en la norma [23] de 0,8 % en lípidos y entre 6 y 7 % para las cenizas.

La HMA, presentó un contenido de humedad de 10,4 %, valor superior a lo reportado en la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto Nacional de Nutrición (INN) [24] 9,9 %. La composición de lípidos 2,2 %, se ubica por debajo a lo establecido en esta Tabla [24] de 3,5 %. En lo referente a las cenizas 0,7 %, está por debajo a lo reportado en la Tabla de Composición de Alimentos del INN [24] y por Blanco y col. (2000) [25] con 1,1 y 1,3 % respectivamente. En cuanto al contenido de proteínas 9,3 %, éste se ubicó por encima de lo establecido por el INN [24] 7,3 % y un poco por debajo de lo reportado por Blanco y col. (2000) [25] de 9,7 %. Para el extracto no nitrogenado el INN [24] estableció valores de 78,2 que están por debajo a los obtenidos en este trabajo (87,8 %).

El AT mostró un contenido de humedad de 13,2 % que coincidió con los valores presentados en la Tabla de Composición de Alimentos [24] que es de 13,2 %. Con respecto al contenido de proteína de 17,9 %, se encuentra por encima de lo establecido por dicha tabla [24], que es de 16,3 %. Su valor en lípidos de 3,3 % fue menor al reportado 4,5 % en la Tabla de Composición de Alimentos [24], mientras que el extracto no nitrogenado 75,5 % está por encima a lo establecido en la Tabla [24] (59,9).

Todos los valores del análisis proximal de la harina de caraota variedad roja (HCR) (*P. vulgaris*), como humedad de 4,2 %, proteína 22,6 %, lípidos 0,9 % y cenizas 2,6 %, están por debajo de los reportados por Granito (2006) [26]: Humedad 9,72 %, proteína

29,25 %, lípidos 2,44 % y cenizas 3,9 %.

La composición de macrominerales (calcio, magnesio, potasio y sodio) y microminerales (cobre, manganeso, zinc y hierro) de las materias primas de origen animal y vegetal, utilizadas para la formulación de las dietas experimentales para alevines de cachama negra (*C. macropomum*), mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las diferentes muestras.

En este trabajo se pudo observar, que en general las materias primas de origen animal y vegetal poseen cantidades adecuadas de minerales, las cuales cubren las necesidades establecidas para la carpa común y la tilapia [4], para especies como el *Colossoma* sp., solo han sido reportadas recomendaciones para su alimentación [27]. Las materias primas cumplen con lo establecido en la tabla de niveles de nutrientes recomendados para peces por la FAO [28], sin embargo en este estudio, solo se observó niveles bajos de zinc en las muestras de HMA y HPI, esto coincidió igualmente cuando se comparó con datos reportados por Watanabe y col. (1997) [29]. Asimismo se debe mencionar que en el proceso de formulación de las dietas, estas se enriquecen con 1 % de una mezcla de minerales de acuerdo a las recomendaciones de la National Research Council [30], de esta forma se evitan posibles deficiencias de minerales en el pez.

CONCLUSIONES

Las muestras analizadas de materias primas de origen animal y vegetal poseen contenidos de macrominerales (Ca, Mg, K y Na) y microminerales (Cu, Mn y Fe) que podrían satisfacer los requerimientos de *C. macropomum*, en el estadio de alevin.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Consejo de Desarrollo Científico Humanístico, Tecnológico y de las Artes (CDCHTA) de la Universidad de Los Andes, Proyecto N° FA-590-16-03-B y por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación del Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, Proyecto N° 2013002019. Además, contó con el apoyo del Laboratorio de Ciencias de los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, ULA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). Estado Mundial de la Pesca y Acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Roma. 2012.

[2] Vásquez TW, Pereira FM, Arias CJA. Estudos para composição de uma dieta referencial semipurificada para avaliação de exigências nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818). R Bras Zootec. 2002; 31(1):283-292.

[3] Morillo M, Visbal T, Rial L, Ovalles F, Aguirre P, Medina AL. Alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soya. Interiencia. 2013; 38:1-7.

[4] Morillo M. Evaluación de diferentes dietas formuladas con materias primas no convencionales, en alevines de cachama negra (*Colossoma macropomum*): su influencia en los parámetros zootécnicos. Determinación de las necesidades cualitativas de lípidos, en juveniles del pez cebrá, como modelo de pez de agua cálida: [Tesis doctoral]. Facultad de Medicina. Universidad de Los Andes, Mérida; 2014.

[5] Médale F, Kaushik S. Les sources protéiques dans les aliments pour les poissons d'élevage. Cah Agric. 2009; 18(2-3):103-111.

[6] Tacon AGJ. Feed ingredients for carnivorous fish species *Alternatives to fishmeal and other fishery resources*. 1994. En: Reneirtsen H, Herborg H. (ed. Sustainable fish farming) AA. Balkema Rotterdam. Brookfield, Netherlands, USA. 1995: 89-116.

[7] Metailler R, Guillaume J. Matières premières et additifs utilisés dans l'alimentation des poissons. En: Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Metailler R. (ed Nutrition et alimentation des poissons et crustacés), INRA/INFREMER. Paris, France. 1999.

[8] Boulogne S, Márquez E, García Y, Medina A, Cayot P. Optimización de la operación de secado de la carne de lombriz (*Eisenia andrei*) para producir harina destinada al consumo animal. Rev Ciencia e Ing. 2008; 29(2):91-96.

[9] Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis, 17th ed. AOAC Inc. Gaithersburg MD. USA. 2000.

[10] Olvera NMA, Martínez PCA, Real de León E. Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos. Serie: Project reports No.7. Documento preparado para el proyecto GCP/RLA/102/ITA Apoyo a las actividades regionales

de acuicultura para América Latina y el Caribe (AQUILA II). FAO. 1983, México. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/fi/Cdrom/aquaculture/a0845t/volume2/docrep/field/003/ab479e/AB479E00.htm>

[11] Adeloju S, Dhindsa H, Tandon R. Evaluation of some wet decomposition methods for mercury determination in biological and environmental materials by cold vapour atomic spectroscopy. Anal. Chim. Acta. 1994; 285(3):359-368.

[12] Isea LF, Célestin BM, Medina GAL, Aguirre P, Bianchi PG, Kaushik S. Estudio de digestibilidad aparente de la harina de lombriz (*Eisenia andrei*) en la alimentación de trucha arco iris (*Onchorhynchus mykiss*), Rev Chil Nutr. 2008; 35(1):62-68.

[13] Burguera M, Burguera JL, Rivas C, Alarcón OM. Determination of cooper, zinc and iron in parotid saliva by flow injection with flame atomic absorption spectrophotometry, At. Spectrosc. 1986; 7:79-81.

[14] León N, Burguera JL, Burguera M, Alarcon OM. Determination of cabalt and maganese in blood serum by flow injection analysis and atomic absorption spectroscopy, Rev Roum Chim. 1986; 31:353-360.

[15] Burguera JL, Burguera M, Rivas C, De la Guardia M, Salvador A, Carbonell V. A variable volume injector applied to the atomic absorption determination of sodium, potassium, calcium and magnesium in blood serum by flow injection analysis. JFIA. 1990; 7:11-18.

[16] Comisión Venezolana De Normas Industriales (COVENIN). Alimentos para animales: Harina de pescado. N° 1482-79. C.D.U. 636.087.63:664.975. Ministerio de Fomento. Fondonorma. Caracas, Venezuela. 1979.

[17] Vielma, R. A. Estudio fisico-químico y funcional de las proteínas de la lombriz *Eisenia foetida*: [Tesis doctoral]. Facultad de Ingeniería. Universidad de Los Andes. Mérida; 2004.

[18] Bastardo H, Medina A, Bianchi G. (2007). Utilización de proteína no convencional en dietas para iniciador de trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss*. Sitio Argentino de Producción Animal, AAPA –ALPA. Cusco, Perú, 2007.

[19] Tacon AGJ, Stafford EA, Edwards C. A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow trout. Aquaculture. 1983; 35:187-199.

[20] Medina AL, Araque, J. Obtención, composición química, funcional, perfiles electroforéticos y calidad bacteriológica de la carne

de lombriz *Eisenia foetida*. Rev Fac Farm, 1999; 37:31-38.

[21] Mejía AL, Jaramillo A, Barrera MN. Estudios preliminares sobre el desarrollo y manejo de la semilla de chachafruto *Erythrina edulis* T. Acta Agronómica. 1993; 43:1-4.

[22] Muñoz FJE, Letarme P, Barrera MN. *Erythrina edulis*, an Andean giant bean for human consumption. Grain Legumes. 1999; 22(4):26-27.

[23] Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Alimentos para animales: Harina de soya N° 1414-93. Ministerio de Fomento. Fondonorma. Caracas, Venezuela. 1993.

[24] Instituto Nacional de Nutrición (INN). Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Publicación N° 54. Serie de cuadernos azules. Caracas, Venezuela. MSDS, INN, Dirección Técnica, División de Investigación de Alimentos, 2001; 20-21.

[25] Blanco A, Montero M, Fernández M.

Composición química de productos alimenticios derivados de trigo y maíz, elaborados en Costa Rica. Arch Latinoam Nutr. 2000; 50:91-96.

[26] Granito M, Guinand J, Pérez D. Composición química y nutricional de variedades *Phaseolus vulgaris* cultivadas en Venezuela, Agronomía Tropical. 2006; 56(4):513-522.

[27] González JA, Heredia B. El cultivo de la cachama (*Colossoma macropomum*). 2da ed. Maracay: Editorial FONAIAP; 1998. p. 134.

[28] Tacon AG. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. FAO. 1999; Italia. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab492s/AB492S00.htm#TOC>.

[29] Watanabe T, Kiron V, Satoh S. Trace minerals in fish nutrition. Aquaculture. 1997; 151:185-207.

[30] National Research Council (NRC). Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes. National Academy Press, Washington, D.C. USA. 1993.