

VALOR NUTRICIONAL DE LA HARINA DE HABA (*Vicia faba* L.) EN LA ALIMENTACIÓN DE ALEVINES DE COPORO (*Prochilodus mariae*)

Nutritional Value of Bean Meal (*Vicia faba* L.) as Coporo fry Feedstuff

Glenn Maribel Hernández-Bolívar, Irana Matute-Sapuysky, Desiree Alexandra Moreno-Hernández, María Alejandra Araujo-González, Lismar Johana Ramírez-Alfonzo, Herman Zoraida Linares-Padrón, Yuraima Mercedes Arveláez, Julio César Loaiza-González, Jorge Monsalve y María Judith Palma

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Laboratorio de Nutrición Animal. Apartado 2101. Maracay, estado Aragua, Venezuela. gherandez@inia.gob.ve

RESUMEN

La dependencia de ingredientes importados y la carencia de alimentos balanceados adecuados en la etapa de alevinaje, son los mayores impedimentos para la producción en cultivo de muchas especies de peces. La baja digestibilidad y la calidad de los ingredientes utilizados en la etapa de alevines, son algunos de los factores determinantes en el fracaso de la productividad de peces cultivados. En este trabajo se analizó el valor nutricional de la harina de haba. Adicionalmente se determinó la digestibilidad de la materia seca (MS). Los diferentes componentes del análisis químico arrojaron valores de proteína cruda de harina de haba y de pescado (PC \pm desviación estándar) de $24,94 \pm 0,56$ y $55,84 \pm 0,24$, fibra cruda (FC \pm desviación estándar) $8,82 \pm 0,2$ y $0,54 \pm 0,01$, grasa cruda de $1,21 \pm 0,085$ y $9,53 \pm 0,67$, respectivamente. El valor de digestibilidad aparente de la MS, evaluada *in vivo* en alevines de coporo (*Prochilodus mariae*) con una dieta de referencia con óxido de cromo como marcador fue de $82,65 \pm 5,95$ y $91,21 \pm 9,82$. Los resultados indican que la harina de haba constituye una fuente proteica de alimentación alternativa para los alevines de coporo, debido a la composición química en su biomasa y además presenta excelentes valores de digestibilidad *in vivo* de la MS.

Palabras clave: Coeficiente de digestibilidad, materia seca, leguminosas, harina de pescado.

ABSTRACT

The dependence on imported ingredients and lack of adequate balanced food at fry nursery, are the major drawbacks for production in culture of many species of fish. The low digestibility

and quality of the ingredients used for fry are some of the determinants of failure in cultivating fish. In this work the nutritional value of bean flour was analyzed. In addition, the digestibility of dry matter (DM) was determined. Different components of the chemical analysis yielded values of crude protein for bean and fish flour (CP \pm standard deviation) of 24.94 ± 0.56 and 55.84 ± 0.24 , crude fiber (CF \pm standard deviation) 8.82 ± 0.2 and 0.54 ± 0.01 , crude fat 1.21 ± 0.085 and 9.53 ± 0.67 , respectively. The value of apparent digestibility of DM, evaluated *in vivo* in coporo fry (*Prochilodus mariae*) with a reference diet with chromium oxide as a marker was of 82.65 ± 5.95 and 91.21 ± 9.82 . Results indicate that bean flour is an alternative supply of protein for coporo fry, due to the chemical composition of its biomass that also presents exceptional values of *in vivo* DM digestibility.

Key words: Digestibility coefficient, dry matter, legumes, fish meal.

INTRODUCCIÓN

En los países en desarrollo se observa actualmente una tendencia a la intensificación en la acuicultura y con ella, un incremento en el uso de alimentos balanceados comerciales, lo cual implica un aumento en la demanda de insumos para su fabricación, entre los que destaca la harina de pescado (HP), principal fuente de proteína, cuya composición en alimentos balanceados varía entre 50 y 75% [10]. La industria acuícola se encuentra ante un difícil panorama, ya que la disponibilidad de HP es incierta e inestable, además de que su creciente precio influye sobre el costo de los alimentos, limitando la rentabilidad de las empresas [11]. Ante el aumento de la demanda de fuentes de proteínas para la alimentación

animal, a nivel mundial se ha comenzado el estudio de fuentes proteicas no tradicionales, figurando entre ellas las leguminosas, que se presentan como una buena alternativa. El desarrollo de dietas de alta calidad nutricional de bajo impacto ambiental y económicamente rentables para el piscicultor son los aspectos más importantes que se deben tomar en cuenta para la elaboración de alimentos balanceados para peces, especialmente para su uso en sistemas de producción intensiva. Dietas con estas características son posibles cuando se formulan con ingredientes de alto valor nutricional [4] y utilizando la información sobre digestibilidad de ingredientes determinada para cada especie en particular [3]. Por tal razón, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad nutricional de la harina de haba (*Vicia faba* L.) (HA) y HP a través de la caracterización química, determinación de metabolitos secundarios y estimación de la digestibilidad de la materia seca (MS).

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) Maracay, Venezuela. Se utilizó una dieta referencial semipurificada (DR) con 30% de proteína cruda (PC) [18], cuya composición de ingredientes se describen en la TABLA I.

TABLA I
COMPOSICIÓN DE INGREDIENTES DE LA DIETA DE REFERENCIA

Ingredientes	Dieta referencia (%)
Caseína ¹	33,3
Gelatina	3,4
Dextrina	40,0
Alfa-Celulosa	13,6
Aceite de Pescado	2,4
Aceite de Girasol	2,4
Premezcla Vitaminas ²	0,2
Premezcla Microminerales ³	0,1
Premezcla Macrominerales ⁴	4,0
Ácido ascórbico ⁵	0,1
Óxido de cromo	0,5

¹Composición analizada: Materia Seca 93%, Proteína Bruta 86,42%; grasa 2,29%, cenizas 3,66%. ²Rovimix Vitaminas. Lab. Roche S.A.: Vit A 8,0 * 10⁶ UI; Vit D₃, 1,8 * 10⁶ U; Vit E 66,66 g; Vit B₁6, 66 g, Vit B₂ 13,33g; Vit B₆ 6,66 g, pantotenato de Ca 33,33g, Biotina 533,3 mg; Ac. Fólico 2,66 g; Ac. Ascórbico 400,0 g; Ac. Nicotínico 100,0 g; Vit B₁₂ 20,0 mg; Vit K₃ 6, 66 g; vehiculo csp. 1,0 kg. ³Premix microminerales Ó Lab. Roche S.A.: Composición por 100 g: magnesio 1,0 g; zinc 16,0 g; ferro 4,0 g, Cobre 1,0 g; Iodo 0,5 g; Selenio 0,05 g; Cobalto 0,01g. ⁴Composición por 100 g de mezcla: Ca (H₂PO₄) 13,6 g; Lactato de Ca 34,85 g; 2MgSO₄ 7 H₂O 13,2 g; KH₂PO₄24 g; NaCl 4,5 g; AlCl₃0, 015 g, CMC 9,835 g. ⁵Stay-C, Laboratorio Roche.

Digestibilidad *in vivo*

Para tal fin se determinó la digestibilidad a través del método indirecto [4] que se basa en la colección de las heces de un grupo de peces, sin que sea necesario medir la ingesta total de alimento. Este método se basa en la adición de un marcador inerte a la dieta mezclado homogéneamente, el cual es recuperado en las heces. El principio de eficacia es que el aumento de la concentración del marcador, en comparación con la de los nutrientes, permite cuantificar la desaparición de estos nutrientes en el proceso de absorción [5].

Se utilizaron granos de haba procedente de Mucuchíes, Edo. Mérida, y HP de la Empresa Mixta Socialista Pesquera Industrial del Alba, S.A (PESCALBA), fue formulada una dieta experimentalcompuesta por una mezcla de 69,5% de dieta de referencia (DR), 30% de la materia prima (MP) y 0,5% óxido de cromo (Cr₂O₃) como marcador. Los ingredientes fueron finamente molidos (partículas de 0,5 mm de diámetro) en un molino Thomas Wiley Laboratori Mill (Modelo 4, Arthur H. Thomas Company Philadelphia P.A, EUA) y mezclados manualmente, luego se adicionó 100 mL de agua para el mezclado. Las raciones fueron secadas en estufa, marca Memmert, Alemania a 60°C, durante dos horas (h) y almacenadas en recipientes plásticos de polietileno de capacidad 100 g a 4°C en un refrigerador, modelo cava cuarto, marca Caiz, Winter, EUA, hasta su uso.

Alimentación y colecta de heces

Para este estudio fueron utilizados alevines de coporo (*Prochilodus mariae*) donados por la Estación Local Guanapito del INIA, Edo. Guárico. Un lote de 440 peces (5 g de peso promedio) fue sometido a un periodo de aclimatación de dos semanas en ocho acuarios de 30 galones, cada uno con 55 animales; se suministró DR como alimento, una vez al día (d) hasta aparente saciedad. Para la colecta de heces fueron utilizados los mismos acuarios de la aclimatación; todo el sistema estaba resguardado bajo techo para mantener condiciones estables. Se mantuvo recambio de agua por sifoneo del 50% de agua contenida en cada uno de los acuarios diariamente en h de la mañana. La temperatura del agua fue de 27°C ± 0,01, el pH 7,5 ± 0.01 y los niveles de amonio inferiores a 0,2 ± 0,01 ppm.

Para la harina de haba (HA) fueron utilizados 440 peces, distribuidos en cuatro acuarios de 110 peces C/U durante tres d en un diseño estadístico completamente aleatorizado, el grupo de peces fue alimentado una vez al d al 0,3% de la biomasa. El tercer d después de la ración diaria, los peces fueron trasladados a cuatro acuarios previamente saneados y se les suministro la DR por cinco d. Diariamente posterior a las 24 h, se realizaba la recolecta de heces en bolsa de Nylon (5 x 12 cm) por sifoneo; las muestra fueron secadas en estufa a 60°C y luego envasadas en recipientes plásticos rotulados y almacenados bajos condiciones de refrigeración (10°C), hasta la realización de los análisis. Las muestras colectadas diariamente de los cuatro acuarios conformaban una repetición por d. Posteriormente, los peces fueron trasladados a otros acua-

rios y dejados en descanso durante tres d para nuevamente repetir el proceso con la dieta experimental.

Procedimientos analíticos

Los ingredientes, las dietas y las heces fueron analizados para determinar su composición proximal según metodología de Association of Official Analytical Chemists [2]. La MS fue medida por secado en estufa a 105°C por 24 h, la PC, % x (6, 25) por el método de Kjeldahl y la energía bruta (EB) utilizando bomba calorimétrica adiabática Parr 1261 (EUA). Se aplicó el tamizaje fitoquímico de Rondina y Cussio, descrito por Alfonso y col. [1], donde el extracto etanólico crudo es fraccionado mediante la utilización de mezclas de solventes selectivos (cloroformo, ácido clorhídrico y agua), obteniéndose fracciones análogas, a las cuales se le aplican las pruebas cualitativas para la detección de los grupos de compuestos o metabolitos: fenoles totales, taninos condensados, taninos que precipitan proteína, quinonas, cumarinas, flavonoides, proantocianidinas, catequinas, cardenólidos, esteroides, triterpenos, saponinas, aminoácidos no proteicos, alcaloides y glucósidos cianogénicos. El contenido de Cr en las dietas experimentales y en las heces se determinó por el método de digestión ácida seguida de lectura a 350nm en un espectrofotómetro Sequda-Turner (Modelo 390, Japón) [18].

Los coeficientes de Digestibilidad Aparente (CDA) de la MS de la harina de HA, HP y de la DR fueron determinados por el método indirecto [4], a partir de las siguientes ecuaciones:

1. Digestibilidad Aparente Total de las Dietas (%DAT):

$$\text{DAT} = 100 - 100 (\% \text{Cr}_A / \% \text{Cr}_H)$$
2. Coeficiente de Digestibilidad Aparente de la materia seca (%CDAMS):

$$\text{DAN} = 100 - (100 * (\% \text{Cr}_A / \% \text{Cr}_H) * (\text{N}_H / \text{N}_A))$$
3. Coeficiente de Digestibilidad Aparente de la MS en la MP (%CDA-MSMP):

$$\text{CDA-N} = 100 / Y * ((\text{CDA-N}_{\text{DS}}) - X / 100 * (\text{CDA-N}_{\text{DR}}))$$

donde:

Cr_A = % Cr en alimento, Cr_H = % Cr en heces, N_A = % nutriente en alimento, N_H = % nutrientes en heces, CDA-N_{DS} = CDA del nutriente (PB, EB, MS) en la dieta sustituida, CD-N_{DR} = CDA del nutriente en la DR, X = 70% DR, Y = 30% MP.

Análisis estadístico

Las medias de la observación de digestibilidad de la MS y de las MP fueron sometidas a análisis de varianza de una vía

($P < 0,05$); posteriormente, para el caso de significancia estadística se aplicó el test de Tukey [17], a un nivel de significancia de $P < 0,01$. Se utilizó el paquete estadístico Statistix [16].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de proteína, fibra y grasa cruda, así como la ceniza de la HA y HP se presentan en la TABLA II. La HP presentó un contenido de PC (%) de $55,84 \pm 0,2$, y la HA de $24,9 \pm 0,6$. Esto se corresponde con la naturaleza proteica que se le atribuye a estas fuentes de alimento [12]. Se observó HA presenta resultados similares a los reportados por varios autores [3, 7, 10], quienes encontraron valores de 32,5; 31,8 y 25,0%, respectivamente. Por otro lado, otros investigadores reportan valores de 18 a 19, 60% [6, 15].

En la TABLA III, se presentan los resultados de los análisis correspondientes al tamizaje fitoquímico de la HA. Los resultados de las pruebas señalan que de todos los metabolitos detectados las saponinas y aminoácidos no proteicos, mostraron reacción positiva con mayor intensidad. Las saponinas pueden disminuir la apetecibilidad de las dietas, pero sobre todo, debido a su afinidad por los esteroides, interfieren en la absorción intestinal de estos compuestos y limitan el reciclaje de las sales biliares [5]. La toxicidad de las saponinas en los peces es controvertida, de hecho no se conoce bien. En los crustáceos, los datos experimentales todavía son inexistentes pero a priori debemos esperar una toxicidad mayor que en los vertebrados debido a la incapacidad para sintetizar el núcleo esterol, que tiene un carácter esencial [5]. En el caso de los aminoácidos no proteicos, bloquean la síntesis proteica por competencia con los aminoácidos proteica sobre los ARN mensajeros. En cuanto a los taninos, que precipitan proteínas, cumarinas y catequinas, se encontró una presencia moderada de estos compuestos. Estos metabolitos pueden influenciar en la maduración de las hembras, efectos tóxicos, además de disminuir la digestibilidad [5]. El resto de los compuestos investigados presentaron resultados de presencia leve y negativos.

Los coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca (CDAMS) tanto de la HP (91,21) como de la HA (82,65), no mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$), estos resultados difieren a los encontrados por Vázquez y col. [18], los cuales muestran que los CDAMS de las fuentes vegetales son más altas que la CDAMS de las fuentes animales, estas diferencias según Pezzato [14], se deben principalmente a variaciones en la estructura y función digestiva (TABLA IV). Por otro

TABLA II
COMPOSICIÓN DE LA HARINA DE HABA Y DE PESCADO

Materia Prima	%					
	Ceniza	Humedad	Proteína Cruda	Nitrógeno	Fibra Cruda	Grasa Cruda
HA	3,49 ± 0,021	10,24 ± 0,3	24,9 ± 0,6	3,99 ± 0,6	8,82 ± 0,2	1,21 ± 0,1
HP	22,44 ± 1,44	8,6 ± 0,19	55,84 ± 0,2	8,93 ± 0,03	0,54 ± 0,01	9,53 ± 0,67

n = 2.

TABLA III
METABOLITOS SECUNDARIOS PRESENTES
EN LA HARINA DE HABA (*Vicia faba* L.)

Metabolitos secundarios	Harina de Haba
Fenoles Totales	+
Taninos Totales	+
Taninos que precipitan proteínas	++
Quinonas	-
Cumarinas	++
Flavonoides	-
Cardenolios	-
Catequinas	++
Proantocianidinas	-
Triterpenos	+
Esteroides	+
Saponinas	+++
Aminoácidos libres	+++
Alcaloides	-
Azúcares reductores	++
Cianógenos	-

Leyenda: (-) presencia negativa, (+) presencia leve, (++) presencia moderada, (+++) presencia cuantiosa. Saponinas: Altura de la espuma ≤10 mm = presencia baja (+), de 11-14 mm = presencia moderada (++) , ≥15 mm = presencia cuantiosa (+++).

lado otros autores [8], en ensayos con el pez sargo (*Diplodus sargus sargus*), concluyen que la digestibilidad de la MS de las harinas de origen vegetal como el maíz amarillo (*Zea mays*) (84,9), soja (*Glycine max*) (79,9), arroz (*Oryza sativa*) (78,5) y afrecho de trigo (*Triticum spp*) (74,4), es más alta que la de los ingredientes con altos tenores de fibra cruda (FC), tales como pulpa de cítricos (65,2), maní (*Arachis hypogaea*) (62,7), girasol (*Helianthus annuus*) (59,1) y algas marinas (*Posidoniaceae*) (62,4). Los ingredientes que contienen elevados valores de FC, aceleran el pasaje de alimentos a través del tracto intestinal, reduciendo el aprovechamiento nutritivo [9].

Por otro lado, Pereira y col. [13] muestran resultados de digestibilidad de la HP en diferentes especies de 80,1% en Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) 86% para la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y 82% para el salmón (*Salmo salar seabago*), dichos autores concluyen que los valores de digestibilidad son relativamente altos y que aparentemente se debe al efecto de la temperatura en el proceso de secado generado para obtener la harina.

CONCLUSIONES

La alta de digestibilidad de la HA indica que este ingrediente puede ser considerado una excelente fuente de proteína en dietas para alevines de coporo y puede ser incluida en la elaboración de dietas balanceadas, como principal fuente de proteína de origen vegetal como sustituto de la HP.

TABLA IV
COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD APARENTE
DE LA MATERIA SECA EN ALEVINES DE COPORO
ALIMENTADOS CON HARINA DE PESCADO
Y HARINA DE HABA

Dietas experimentales	Digestibilidad aparente (%)		
	DAT ¹	CDA-MS ²	CDA-MSMP ³
Dieta de referencia	62,55 ± 2,38	61,67 ± 2,62	-
HA	69,55 ± 1,57 ^a	68,97 ± 1,79 ^a	82,65 ± 5,95 ^a
HP	71,62 ± 2,94 ^a	71,54 ± 2,41 ^a	91,21 ± 9,82 ^a

1. Digestibilidad Aparente Total de las Dietas (%DAT):
DAT= 100 – 100 (% Cr_A/ %Cr_H).
2. Coeficiente de Digestibilidad Aparente de la materia seca (%CDAMS)
DAN= 100- (100*(%Cr_A/ %Cr_H) * (N_H/N_A))
3. Coeficiente de Digestibilidad Aparente de la MS en la MP (%CDA-MSMP):
CDA-N= 100/Y* ((CDA-N_{DS}) – X/100*(CDA-N_{DR}))

donde:

Cr_A = % Cr en alimento, Cr_H = % Cr en heces, N_A= % nutriente en alimento, N_H = % nutrientes en heces, CDA-N_{DS} = CDA del nutriente (PB, EB, MS) en la dieta sustituida, CD-N_{DR} = CDA del nutriente en la DR, X = 70% DR, Y= 30% MP.

AGRADECIMIENTO

Al Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través de la Ley orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI) por la Cofinanciamiento del proyecto según convenio N° 181, al Plan Zamora a través del Eje Acuicultura y Pesca del Proyecto Código ACUA3.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALFONSO, M.; FERNÁNDEZ, N.; GONZÁLEZ, R.; AVILÉS, A. La achira (*Canna edulis*, Ker) y su potencialidad en el control de plagas. Ponencia **XII Forum de Ciencia y Técnica**. INIFAT. La Habana 11/19-21, Cuba. 11 pp. 2000.
- [2] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Método Wende. Oficial Methods Analysis. Washington, D.C. 1018 pp. 1984.
- [3] BARRAT, D. Chemical composition of mature seeds from different cultivars and lines of *Vicia faba* L. **J. Sci. Food Agric** 33: 603-608. 1981.
- [4] CHO, CY.; COWEY, CB.; WATANABE, T. Finfish nutrition in Asia: Methodological approaches to research and development. Ottawa, Ont. (Canada). International Development Research Centre Ottawa. Canada. 200 pp. 1985.

- [5] DALE, N. Solubilidad de la proteína: indicador de procesamiento de la harina de soya. **Avicult. Prof.** 5 (4):123-125. 1988.
- [6] GUILLAUME, J.; KAUSHIK, S.; BERGOT, R.; MÉTALLER, R. Digestibilidad de los nutrientes. **Nutrición y alimentación de peces y crustáceos**. Ediciones Mundi Prensa. España. 475 pp. 2004.
- [7] KHARE, D.; SINGH, C. Genetic behavior of yield and quality traits of *Vicia faba* L. Jawaharlal Nehru. Agricult. Univ., Jabalpur (India). A. Biomonthly **Internat. J.** 18: 3-8. 1991.
- [8] HAFEZ, Y.; MOHAMED, A. Presence of nonprotein trypsin inhibitor in soy and winged beans. **J. Food. Sci.** 48:75-76. 1983.
- [9] HEBBLETH, P. The faba bean (*Vicia faba* L.). Agricul, Cambridge, Great Britain. 573 pp. 1983.
- [10] HERNÁNDEZ, J; MILLÁN, J. Coeficiente de digestibilidad aparente y energía metabolizable de ingredientes utilizados en la alimentación de sargo rayado (*Archosargus rhomboidalis*) (L. 1758, Pisces Sparidae). **Cien. Mar.** 24 (1): 1-11. 1998.
- [11] HILTON, J; SLINGER, S. Effect of increased dietary fibre on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 40: 81-85. 1983.
- [12] LEON, A; ANGULO, I; JARAMILLO, M; REQUENA, F; CALABRESE, H. Caracterización química y valor nutricional de granos de leguminosa para la alimentación de aves. **Zoot Trop.** 11(2):151-170. 1993.
- [13] MARQUARDT, R. Dietary effects of tannins vicine and convicine. In: **Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds**. Huisman, Van der Poll & Liener Ed. Wageningen, Netherlands. Pp 141-155. 1989.
- [14] MCCOY, H. D. Fishmeal — the critical ingredient in aquaculture feeds. **Aquacult. Magaz.** 16(2): 43-50. 1990.
- [15] NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient Requirement of Fish. Committee on Animal Nutrition, Board of Agriculture, National Research Council. National. Academic. Press, Washington, D.C. 114pp. 1993.
- [16] PEREIRA, C; GARCÉS, Y; HOYOS, J. Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en alimentación de Tilapia Roja (*Oreochromis* spp). **Biotecnol. en el sector agropec. Y agroindustr.** 9 (1):60-68. 2011.
- [17] PEZZATO, L; MIRANDA, E; BARROS, M; PINTO, L; FURUYA, W; PEZZATO, A. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Rev. Bras. Zoot.** 31: 1595-1604. 2002.
- [18] TYLER, R; YOUNGS, C; SOSULSKI, F. Air classification of legumes. I. Separation efficiency, yield and composition of the starch and protein fractions. **Cereal. Chem.** 58: 144-148. 1981.
- [19] STATISTIX. 1985. An interactive statistics program for microcomputers. Version 1.1. NH. Analytical software. IBM versión. 1986.
- [20] TUKEY, J. Exploratory Data Analysis. Addison- Wesley. Pub. Co., Massachusetts. Pp. 688. 1978.
- [21] VÁSQUEZ-TORRES, W; PERDOMO, M; HERNÁNDEZ, G; GUTIERREZ, M. Digestibilidad aparente de ingredientes de uso común en la fabricación de raciones balanceadas para tilapia roja Híbrida (*Oreochromis* spp). **Rev. Colomb. Cien. Pec.** 23: 207-216. 2010.