

## Digestibilidad aparente de *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* y *Cratylia argentea* en juveniles de *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818

Apparent digestibility of *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* and *Cratylia argentea* for *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818

Digestibilidade aparente de *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* e *Cratylia argentea* em *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818

Arwin R. Ortiz-González<sup>1\*</sup>, Kerwin A. Morales-Luna<sup>2\*</sup>, Walter Vásquez-Torres<sup>3\*</sup>, Mariana Catalina Gutiérrez-Espinosa<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> MVZ, Estudiante de Maestría en Acuicultura – IALL. Docente Universidad Cooperativa de Colombia Sede Villavicencio, Meta Colombia

<sup>2</sup> Zootecnista, Estudiante de Maestría en Acuicultura – IALL, Docente Universidad Cooperativa de Colombia Sede Villavicencio, Meta Colombia

<sup>3</sup> Biólogo, MSc, PhD, Docente Universidad de los Llanos<sup>4</sup> Zootecnista, MSc, Docente IALL-Unillanos

\* Grupo de Investigación IALL, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta, Colombia  
Email: arwin.ortizg@campusucc.edu.co

Recibido: octubre 30 de 2014

Aprobado: noviembre 28 de 2014

### Resumen

La alta demanda de materias primas convencionales para la fabricación de alimentos hace que, día a día, los costos de estas se eleven, ocasionando un 70% de los gastos de producción en alimentación. Se hace necesario buscar fuentes alternativas de alimentación eficientes para la piscicultura. El objetivo fue determinar coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium*, *Cratylia argentea* en juveniles de *Piaractus brachypomus*. Se seleccionaron 400 juveniles de cachama blanca con peso promedio de 125 g. Los cuales se dividieron en 4 grupos. Para la recolección de heces se utilizaron nueve 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 determinados por el método indirecto. Las dietas experimentales estaban compuestas por 69.5% de Dieta Referencia (DR), 0.5% de marcador inerte (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y 30% de Harina de hojas de la materia prima a evaluar. Los CDA de proteína para *Gliricidia sepium* fueron de 54.22%; para *Tithonia diversifolia*, de 35.7%; y *Cratylia argentea*, de 23.9%. La harina de hoja de *Gliricidia sepium* es una materia prima alternativa que puede usarse en alimentación de cachama blanca, por su buen porcentaje de proteína bruta de 26.55%, sumado a la capacidad de aprovechamiento en un 54.2% (CDA); lo que equivale a una digestibilidad de proteína de 14.9%, si se tiene en cuenta que esta especie tiene un requerimiento de proteína del 32%.

**Palabras clave:** Matarratón, Botón de oro, *Cratylia*, cachama blanca, alimentación, nutrición.

### Abstract

High demand for conventional raw materials for food's manufacture makes everyday costs rise, causing 70% of the production costs are for food, making it necessary to look for alternative sources for an efficient fish farming. The objective

was to determine apparent digestibility coefficients (ADC) of *Tithonia Diversifolia*, *Gliricidia Sepium* and *Cratylia Argentea* in young cachama. 400 cachamass were selected with an average weight of 125 g, which were divided into 4 groups. To collect feces nine fiberglass tanks were used with 200 L capacity with conical bottom (modified Guelph system). The apparent digestibility coefficients (ADC) of the ingredients were determined by indirect method. The experimental diets were composed of 69.5% Dietary Reference (DR), 0.5% inert marker (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) and 30% leaf meal of raw material to be evaluated. The CDA protein was to 54.22% *Gliricidia*, *Tithonia Diversifolia*: 35.7% and 23.9% *Cratylia Argenmtea*. The leaf meal *Gliricidia* is an alternative raw material that can be used in cachama, for good percentage of crude protein 26.55%, plus the ability to use 54.2% (CDA), which equivalent to a protein digestibility of 14.39%, considering that this species has a requirement of 32% protein.

**Keywords:** Matarratón, False sunflower, *Cratylia*, cachama blanca, feeding, nutrition.

## Resumo

Alta demanda por matérias-primas convencionais para a produção de alimentos faz com que os custos diários tais origem, fazendo com que 70% dos custos de produção de alimentos, tornando-se necessário procurar fontes alternativas de alimentos eficientes para peixes. O objetivo foi determinar os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) de *Tithonia Diversifolia*, *Gliricidia Sepium*, *Cratylia Argentea* em juvenil Pirapitinga. Foram selecionados 400 novos de pirapitinga com um peso médio de 125 g. Que foram divididos em quatro grupos. Para a coleta de fezes nove tanques de fibra de vidro foram usados com capacidade de 200L com fundo cônico (sistema Guelph modificado). Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) dos ingredientes foram determinados pelo método indireto. As dietas experimentais foram constituídas de 69.5% Reference Intake (DR), 0.5% marcador inerte (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e 30% de farinha de folhas de matéria-prima a ser avaliada. A proteína CDA foram: *Gliricidia Sepium* 54.22%, *Tithonia Diversifolia*: 35.7% e *Cratylia Argêntea* 23.9%. A farinha de folhas de *Gliricidia Sepium* é uma matéria-prima alternativa que pode ser usada em prata poder piraptinga, para uma boa porcentagem de proteína bruta 26.55%, além da capacidade de usar 54.2% (CDA), que equivalente a uma digestibilidade da proteína de 14.39%, considerando-se que esta espécie tem uma exigência de 32% de proteína.

**Palavras chave:** Matarratón, Boton de oro, *Cratylia*, pirapitinga, alimentação e nutrição.

## Introducción

En los últimos 10 años se ha dado un incremento considerable en la acuicultura a nivel mundial, casi equiparándose a los recursos pesqueros obtenido por extracción, alcanzando un nivel máximo de 60 millones toneladas en el 2010, (FAO, 2012). La tasa media anual de crecimiento para la producción de la acuicultura de agua dulce de 2000 a 2010 fue del 7,2 %. Esto se refleja de manera similar en Suramérica, en Colombia y en la región de la Orinoquia (FAO, 2012).

El incremento en la acuicultura a nivel mundial y regional ha sido concomitante con el aumento en la demanda de materias primas convencionales utilizadas para la alimentación de peces cultivados comercialmente, siendo la harina y aceite de pescado como principales fuentes de proteína de origen animal empleados en la fabricación de dietas comerciales incluyéndose desde 17% hasta 65% y del 3% al 25% respetivamente (FAO, 2012). La piscicultura está utilizando igualmente fuentes de proteína de origen vegetal para la fabricación de piensos, con la harina de soya y el gluten de maíz como principales. Lo anterior está encaminado a reducir los costos de alimentación de las explotaciones acuícolas sin afectar el desempeño productivo de las especies cultivadas. Sin embargo, la alta demanda de estas materias primas, ya sea para uso humano o para la fabricación de raciones para otras explotaciones pecuarias, ocasionan una sobredemanda de estos

insumos, lo que promueve una alza constante en los precios de los concentrados.

El precio elevado de los concentrados se constituye en uno de los factores fundamentales para que la actividad acuícola sea cada día menos rentable (60% de los costos de producción) (IICA, 2012). Por lo cual, el Ministerio de Agricultura de Desarrollo Rural Colombiano por medio de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura establece en la Agenda Nacional de Investigación de Pesca y Acuicultura que es necesario definir dietas para la acuicultura con base en materias primas específicas para las diferentes fases de crecimiento. Lo anterior porque hay un conocimiento deficiente de los requerimientos de micronutrientes; falta conocimiento acerca de la digestibilidad de materias primas alternativas para la formulación de nuevas dietas comerciales y no hay oferta de raciones comerciales para las diferentes etapas de cultivo (IICA, 2012).

En la región de la Orinoquia Colombiana se han establecido diversas plantas como bancos de proteína para la alimentación bovina como *Gliricidia Sepium*, *Cratylia Argêntea* y *Tithonia Diversifolia* las cuales se podrían utilizar como fuentes alternativas para la alimentación en peces.

El Objetivo de este trabajo fue determinar los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de *Tithonia*

*diversifolia*, *Gliricidia sepium*, *Cratylia argentea* en juveniles de *Piaractus brachypomus* (cachama blanca).

## Metodología

El proyecto se llevó a cabo 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); ubicado en el kilómetro 4 vía Puerto López, en la vereda Barcelona del municipio de Villavicencio, Departamento del Meta, Colombia, a 386 m.s.n.m., latitud 4°4'25.06" y longitud N 73°34'56.63"O.

Para determinar los coeficientes de digestibilidad aparente de las hojas de *Tithonia diversifolia* (Botón de Oro), las materias primas, *Gliricidia sepium* (Matarratón) y *Cratylia argentea* (Cratylia), fue formulada una dieta referencia (Tabla 1), bajo la propuesta de Vásquez-Torres et al., (2002); tres dietas experimentales conformadas por 69.5% de dieta referencia, 30% de cada una de las materias primas a evaluar y 0.5% de óxido de cromo III (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) utilizado como marcador inerte (Tabla 2). Las hojas se colectaron manualmente y secaron al sol por 24 horas; luego en horno a 60°C por 48 horas; se molieron (0.3-0.4 mm de diámetro) y tamizaron en malla de una micra.

**Tabla 1.** Composición de la dieta referencia empleada para medir digestibilidad de las materias primas.

Ingrediente	g/100g dieta
Caseína <sup>1</sup>	33.3
Gelatina <sup>2</sup>	3.4
Dextrina	40.0
Alfa-celulosa	14.1
Aceite de hígado de bacalao	2.4
Aceite vegetal	2.4
Premezcla vitaminas y minerales <sup>3</sup>	0.3
Premezcla macrominerales <sup>4</sup>	4.0
Vitamina C <sup>5</sup>	0.1

<sup>1</sup> Composición analizada: MS 93 %; PB 83,2 %; lípidos 2,29%, cenizas 3,66%

<sup>2</sup> Composición analizada: MS 91%; PB 94,02%.

<sup>3</sup> Rovimix Tilapias Ò DSM Nutritional Products Colombia S.A: Vit A 750 KUI, Vit D3 375 KUI, Vit E 10.833 mg, Vit K3 1.666 mg, Vit B1 1.833 mg, Vit B2 2.916 mg, Vit B 1.833 mg Vit B12 3 mg, Vit C 41.666 mg, Niacina 7.500 mg, Ác. pantoténico 8.333 mg, Ac. Fólico 833 mg, Biotina 166 mg, Cobre 2.500 mg, Hierro 28.333 mg, Manganesio 2.500 mg, Yodo 0,167 mg, Zinc 21.666 mg, Selenio 66,7 mg, Magnesio 91.666 mg, Inositol F.G. 58.333 mg, Luctanox E 25 g

<sup>4</sup> Composición por 100 g de mezcla: Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) 13,6 g; Lactato de Ca 34,85 g; 2MgSO<sub>4</sub>·7 H<sub>2</sub>O, 13,2 g; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 24 g; NaCl 4.5 g; AlCl<sub>3</sub> 0.015 g, CMC 9.835 g.

<sup>5</sup> Stay-C, Ò DSM Nutritional Products Colombia S.A.

Los diferentes ingredientes para la elaboración de las dietas fueron mezclados y sometidos a proceso de extrusión a 123 °C (micro-extrusora Exteec®, Riberão Preto -Brasil) para formar gránulos compactos (0.3-0.4 mm de diámetro) y flotantes; gránulos con un diámetro de 5-6 mm. Las dietas se secaron en horno a 60 °C por 2 horas, se almacenaron en bolsas de cierre hermético a 4 °C y se mantuvieron refrigeradas.

Se seleccionaron 360 juveniles de cachama blanca, *Piaractus brachypomus*, obtenidos en la estación piscícola del IALL, con peso entre 100 y 150 g. Los cuales se distribuyeron en 4 piletas cuadradas de 2000 L de capacidad, con recambio diario de agua y aireación permanente. Allí permanecieron una semana en período de adaptación a las condiciones y dietas experimentales. Posteriormente, cada uno de los grupos fue trasladado al sistema Guelph modificado, el cual estaba compuesto por una batería de 9 tanques de fibra de vidrio de 200 L con fondo cónico (conformando 3 tanques una réplica). En ellos se recolectaron las heces por un período de 12 horas con intervalos de 1 hora (Gutiérrez-Espinosa y Vásquez-Torres, 2008); inmediatamente recolectadas, las heces fueron secadas en horno a 60 °C y subsiguientemente almacenadas a -20 °C para la realización de análisis de composición proximal y determinación de óxido de cromo III.

La materia seca se determinó por medio de balanza electrónica determinadora de humedad (Kern MLS 50-3HA 160N). Todas las muestras (materias primas, dietas y heces) se trabajaron con base en materia seca y fueron pulverizadas en micromolino (Scienceware), para realizar los diferentes análisis. La proteína de las materias primas, dietas, y heces se analizaron por el método Kjeldahl; los lípidos por el método Soxhlet; las cenizas, por incineración en mufla a 550 °C durante 6 horas, según metodologías estándar (AOAC, 1995). La energía se determinó en la bomba calorimétrica PARR (6200EA, USA). Para determinar la concentración de óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) se utilizó el método de digestión ácida propuesto por (Furukawa, & Tsukahara, 1966). Para los coeficientes de digestibilidad aparente de las diferentes materias primas se empleó el método indirecto, propuesto por Cho, Cowey, Watanabe (1985).

El coeficiente de digestibilidad aparente (CDA) de la materia seca, proteína y de la energía de las dietas experimentales, se calculó utilizando la ecuación de Nose (1966).

$$CDANut (\%) = 100 - \left( 100 \times \left( \frac{\%Cr203d}{\%Cr203h} \times \frac{\%Nuth}{\%Nutd} \right) \right)$$

Donde:

**CDANut (%)** = 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 h** = Porcentaje del nutriente en las heces; **%Nut**

**d** = Porcentaje del nutriente en la dieta.

La digestibilidad de la proteína y energía de cada materia prima se determinó teniendo en cuenta la ecuación descrita por (Bureau, Harris, Cho, 1999):

$$CDAMP = CDANutde + \left[ (CDANutde - CDANutds) * \frac{X * Dds}{Y * Ding} \right]$$

Donde:

**CDAMP (%)** = Coeficiente de digestibilidad aparente del nutriente de la Materia Prima;

**CDANutde** = Coeficiente de digestibilidad aparente del Nutriente en la dieta experimental;

**CDANutds** = Coeficiente de digestibilidad aparente del Nutriente en la dieta semi-purificada;

**Dds** = % del nutriente en la dieta semi-purificada;

**Ding** = % del nutriente de la materia prima evaluada;

**X** = Proporción de la dieta semi purificada (69.5%);

**Y** = Proporción de la materia prima (30%).

## Resultados

La composición proximal de las materias primas se presenta en la Tabla 3. La dieta referencia presentó CDA para materia seca, proteína y energía de  $81.5 \pm 5.6\%$ ,  $96.7 \pm 0.8\%$  y  $87.0 \pm 4.0\%$  respectivamente. Los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) para materia seca, proteína, y energía de los diferentes ingredientes se presentan en la Tabla 4.

## Discusión

El valor nutricional de un alimento se basa en su composición química, en la capacidad del organismo que lo consume para digerir y absorber los nutrientes, y la energía en él contenida (NRC, 1993). Por lo tanto, es fundamental que toda materia prima alternativa que se piense utilizar para una determinada especie, sea evaluada en su composición proximal y en ensayos *in vivo*. Solo de así se tiene certeza del aprovechamiento de esta o de la no utilización de la misma. De igual forma, el conocimiento de los coeficientes de digestibilidad da vía a la inclusión de una gran variedad de productos y subproductos de la agroindustria en raciones para peces (Pezzato, et al., 2002).

La harina de hojas de las materias primas alternativas evaluadas presenta un contenido nutricional en cuanto a proteína similar a trabajos realizados en otras es-

**Tabla 2.** Composición proximal de las dietas

Dieta experimental	MS (%)	PB	EE	Cz	EB (Kcal Kg <sup>-1</sup> )
		(% M.S)			
Dieta referencia (DR)	94,2	32,8	7,9	3,8	4634,9
DR + <i>Gliricidia sepium</i>	83,3	31,0	9,3	5,3	4732,7
DR + <i>Tithonia diversifolia</i>	88	30,0	10,4	6,5	4543,8
DR + <i>Cratylia argentea</i>	82,6	28,6	8,6	6,6	4679,8

**Tabla 3.** Composición proximal de materias primas investigadas en cuanto a materia seca (MS), proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), cenizas (Cz), y energía bruta (E.B.).

Materia Prima	MS (%)	PB	EE	Cz	EB (Kcal Kg <sup>-1</sup> )
		(% M.S)			
<i>Gliricidia sepium</i>	93,5	26,55	3,3	8,2	4.568,4
<i>Tithonia diversifolia</i>	89,7	23,08	1,7	9,4	4.293,4
<i>Cratylia argétea</i>	92,4	23,56	2,1	9,9	4.267,3

**Tabla 4.** Coeficiente de Digestibilidad Aparente de las materias primas evaluadas en juveniles de cachama blanca para materia seca (MS), proteína bruta (PB) y energía bruta (EB).

Materia Prima	MS (%)	P.B. (%)	EB (%)
<i>Gliricidia sepium</i>	24,02 ± 3,6	54,22 ± 4,4	22,66 ± 5,4
<i>Tithonia diversifolia</i>	35,57 ± 9,4	35,73 ± 9,1	37,56 ± 7,7
<i>Cratylia argentea</i>	5,42 ± 1,2	29,71 ± 2,8	12,66 ± 2,2

pecies, como es el caso de *Gliricidia sepium* 26% PB (Temesgen, 2004), o incluso superiores comparadas con H. de hoja de leucaena 19.53%PB (Campechel et al., 2011) y 21%PB (Pereira et al., 2013). De igual forma en relación con materias primas tradicionales evaluadas en cachama (H. arroz 12.5%PB, torta de palmiste 16.3%PB, maíz Amarillo 9%PB) (Vásquez et al., 2013), y niveles inferiores comparadas con H. de hojas de Yuca (31%PB) (Santos et al., 2009).

En relación con el contenido de energía bruta, *Gliricidia sepium* presentó el nivel más alto con 4568.4 (kcal kg<sup>-1</sup>), estando por encima del valor reportado (3324 kcal kg<sup>-1</sup>) por Campechel et al., (2011) para la misma especie. De igual manera *Leucaena leucocephala* (3340 kcal kg<sup>-1</sup>), comparada con materias primas tradicionales, fue inferior a la H. de arroz (4762 kcal kg<sup>-1</sup>), superior al maíz amarillo (4462.1 kcal kg<sup>-1</sup>) y similar la torta de palmiste (4585 kcal kg<sup>-1</sup>) (Vásquez-Torres et al., 2013).

De las tres materias primas evaluadas, la que presentó mayor porcentaje de digestibilidad para proteína en juveniles de cachama fue la harina de hojas de *Gliciridia sepium* con un CDA de 54.2%; similar a los resultados obtenidos por Santos et al. (2009), de un CDA del 56% en *Oreochromis mossambicus* e inferiores a los hallados por Campechel et al., (2011) de un CDA de 88.08% pero que se igualaban en cuanto a proteína digestible del 14%. Se encontraron datos de CDA en estudios realizados en materias primas alternativas como la H. de hojas de yuca de 53% y PD del 16.48% (Santos et al., 2009) y en heno de leucaena del 87.18% y 17.02%, siendo similar al primero, pero inferior al segundo para datos de %CDA y %PD de *Gliciridia sepium* hallados en el estudio. Al comparar los CDA para proteína de materias primas tradicionales son superiores, 90.2% torta de palmiste, 69% maíz Amarillo, 75% H. de arroz, 83.5% H. de yuca integral, (Vásquez-Torres et al., 2013), pero inferiores en cuanto a proteína digestible exceptuando el de torta de palmiste que tuvo un %PD 14.8% similar al hallado en el estudio de 14.39%.

La energía digestible fue superior en *Tithonia diversifolia* con 1612.6 kcal kg<sup>-1</sup> comparada con resultados de

las otras materias primas objetos de estudio (1035.19 kcal kg<sup>-1</sup> para *Gliricidia sepium* y 168.98 kcal kg<sup>-1</sup> para *Cratylia argentea*). Sin embargo fue inferior al compararla con las materias primas tradicionales 3647.9 ED torta de palmiste, 2570.2 maíz amarillo, 3143.4 H. de arroz (Vásquez-Torres et al., 2013), en trabajos realizados en juveniles de *Piaractus brachipomus*. Aunque fue mayor para los trabajos para leucaena (ED 962,98) realizados con *Oreochromis niloticus* (Campechel et al., 2011).

Los CDA para materia seca de las especies objeto de estudio para juveniles de cachama blanca fueron bastante bajos: 35.57% *Tithonia diversifolia*, 24.02% *Gliricidia sepium* y 5.42% para *Cratylia argentea*; bajos si se comparan con trabajos realizados en la misma especie de peces con materias primas tradicionales (Torta de soya, maíz, soya cruda, soya tostada, H. trigo, gluten de maíz, H. de arroz y H. de yuca) los cuales estuvieron por encima del 57% (Vásquez-Torres et al., 2013; Gutiérrez-Espinosa, 2008); al igual que si se compara con estudios hechos en otras materias primas alternativas: 59.15% leucaena, 59.88% heno de *Gliricidia sepium* con *Oreochromis sp* (Campechel et al., 2011), y 65.53% H. de hojas de yuca con *Oreochromis niloticus* (Santos et al., 2009).

Los bajos niveles de digestibilidad presentados en general en las materias primas alternativas evaluadas, especialmente para el caso de *Cratylia argentea* y *Tithonia diversifolia*, puede estar asociado a factores antinutricionales y que no se eliminaron de la manera propuesta de secado al sol, secado en horno o por el proceso de extrusión en la elaboración del alimento. Lo anterior eleva la temperatura hasta 130 °C como se ha propuesto por otros autores en trabajos realizados con *Gliciridia sepium*, *Moringa oleonifera*, *Morus alba*, y en arbustivas como *Tithonia diversifolia*, en los que no se evidenciaron efectos negativos en los peces por presencia de factores antitutricionales (Temesgen, 2004; Nnaji et al., 2010; Humberto, 2012; Rivas-Vega, et al., 2012), excepto para *Leucaena leucocephala*, para la que es necesario remojar las hojas por unos tiempos determinados con el fin de disminuir contenidos antinutricionales (mimosina) antes del secado (Amisah,

et al., 2009). La fuente alternativa de proteína vegetal está limitada por la presencia de factores antinutricionales que en las diferentes especies de peces intervienen en la utilización del alimento. Eso afecta la salud y disminuye su desempeño zootécnico (Makkar, Lawrence, 1993). Tales factores limitan la inclusión, lo que podría aplicarse para las materias primas *Cratylia argentea* y *Tithonia diversifolia* evaluadas en el estudio.

## Conclusiones

La harina de hoja de *Gliricidia sepium* es una materia prima alternativa que puede usarse en alimentación de cachama blanca, por su buen porcentaje de proteína bruta 26.55%, sumado a la capacidad de aprovechamiento en un 54.2% (CDA). Eso equivale a una proteína digerible de 14.31%, teniendo en cuenta que esta especie tiene un requerimiento de proteína del 32%.

La utilización de harina de hoja de *Cratylia* no es recomendada para la alimentación de esta especie en el nivel de inclusión del 30%, debido a que la digestibilidad del nutriente para MS, PB y EB está por debajo del 50%.

## Agradecimientos

A la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de los Llanos en Colombia, Instituto de Acuicultura de los Llanos IALL, Universidad Cooperativa de Colombia Sede-Villavicencio y al Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA.

## Referencias

Amisah S, Oteng M, Ofori J. 2009. Growth performance of the African catfish, *Clarias gariepinus*, fed varying inclusion levels of *Leucaena leucocephala* leaf meal. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* 13.

AOAC, 1995. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC Arlington^ eVirginia Virginia.

Bureau DP, Harris AM, Cho CY. Apparent digestibility of rendered animal protein ingredients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 1999; 180: 345-358.

Campechel DFB, Al'ves de Moraesl Valdívía S, Limal T, Paulinol RV. Composição bromatológica e digestibilidade aparente de alimentos encontrados na região semiárida brasileira para arraçoamento de tilapia rosa em cultivos. *Ciência Rural*. 2011;41:343-348.

Cho CY, Cowey CB, Watanabe T. 1985. *Finfish Nutrition in Asia: Methodological approaches to research and development*, IDRC, Ottawa, Ont.(Canadá).

FAO. 2012. *Estado Mundial de la Pesca y Acuicultura* 231 pp.

Furukawa A, Tsukahara 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;32:502-506.

Gutiérrez-Espinosa M, Vásquez-Torres W. Digestibilidad de Glicine max L, Soya, en juveniles de cachama blanca *Piaractus brachyomus* Cuvier 1818. *Orinoquia*. 2008;12:141-148.

Contreras Castro HJ. Efecto sobre el rendimiento técnico de la tilapia nilótica chitralada resultante de la sustitución de la dieta con falso girasol y morera en la etapa de cebo. *Revista CITECSA*. 2012; 3(4): 1-11

IICA. 2012. *Agenda Nacional De Investigación En pesca y Acuicultura*, 154 pp.

Makkar HPS, Gill M, Owen E, Pollot GE, Lawrence TLJŽ. Antinutritional factors in foods for livestock. *British Society of Animal Production*. 1993;16: 69–85.

Nose T. 1966. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. *Symposium on feeding trout and salmon culture*, II, 17.

Nutrition NRCC.o.A., 1993. *Nutrient requirements of fish*. Course Technology.

Pereira Junior G, Pereira Filho M, Roubach R, Barbosa PdS, Shimoda E. *Leucaena* leaf flour (*Leucaena leucocephala* Lam. of wit) as a protein source for juveniles of tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818). *Acta Amazonica*. 2013; 43: 227-234.

Pezzato LE, Miranda Ed, Barros MM, Pinto LGQ, Furuya WM, Pezzato A. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev Bras Zootec*. 2002; 31:1595-1604.

Rivas-Vega ME, López-Pereira JL, Miranda-Baeza A, Idalia M. 2012. Sustitución parcial de harina de sardina con *Moringa oleifera* en alimentos balanceados para juveniles de tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *Oreo-chromis niloticus*) cultivada en agua de mar. *Biocetnia*. 2012;14(2):3-10.

Santos EL, do CMM Ludke M, Ramos AMdP, Barbosa JM, Ludke JV, Rabello CB. Digestibilidade de subprodutos da mandioca para a tilápia do Nilo-DOI: 10.5039/agraria. v4i3a20. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária) Brazilian Journal of Agricultural Sciences*. 2009;4:358-362.

Temesgen GGM. 2004. Utilization of *Gliricidia Sepium* Leaf Meal as Protein Source in Diets of Mozambique Tilapia, *Oreochromis Mossambicus* (Piscs: Cichlidae). *Universiti Putra Malaysia*.

Vásquez-Torres W, Pereira Filho M, Areas-Castellanos JA. Composição de una Dieta Referência Semipurificada para Avaliação de Exigências Nutricionais em Juvenis de Pirapitinga, *Piaractus brachyomus* (Cuvier, 1818). *Rev Bras Zootec*. 2002; 31: 283-292.

Vásquez-Torres W, Yossa MI, Gutiérrez-Espinosa MC. Digestibilidad aparente de ingredientes de origen vegetal y animal en la cachama. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2013; 48: 920-927.

Walter Gutierrez F, Zaldívar J, Contreras G. Coeficientes de digestibilidad aparente de harina de pescado peruana y maíz amarillo duro para *Colossoma macropomum* (*Actinopterygii*, *Characidae*). *Revista Peruana de Biología*. 2008; 15: 111-116.