

***In situ* ruminal degradability of the dry matter of a supplement with the inclusion of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) waste .Technical note**

Degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca de un suplemento con la inclusión de residuo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

Nota Técnica

R. Martínez¹, D. Gutiérrez², J. E. Guerra¹, R. García López², H. López¹

¹Universidad Autónoma de Sinaloa, C.P. 80007, Culiacán, Sinaloa, México.

martinezleonroberto@gmail.com

²Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque. Cuba.

Email: delfin@ica.co.cu

The objective of this study was to characterize the *in situ* ruminal degradability of the dry matter of a supplement with the inclusion of white shrimp waste (*Litopenaeus vannamei*) destined for dairy cows. A total of four bulls from Pardo Suizo breed were used with 700 ± 25 kg of LW, fistulated in rumen, fed with commercial concentrate (2 kg anim. day⁻¹) and forage of Sudan grass (*Sorghum sudanense*), water and mineral salts *ad libitum*. The shrimp meal waste replaced (30 %) in the concentrate (70 %). A total of 84 dacron bags incubated in rumen in triplicate (72, 48, 24, 18, 8, 4, 0h) were used. The rumen degradability parameters reached values for the soluble fraction (a), insoluble fraction (b), for the potentially degradable (a+b), degradation rate (c) and effective degradability at different ruminal turnover rates ($k = 0.02, 0.04$) of 17.24 %, 66.63 %, 83.87 %, 2 % h, 64.20 % and 60.10 %, respectively. It is concluded that the parameters reached of dry matter degradation confirm the possibility of using the supplement with the inclusion of 30 % of shrimp waste in ruminant animals feeding, although the degradability of the rest of the nutrients should be characterized and carry out field tests with animals in production.

Key words: *rumiants, solubility, supplement*

The products from the sea represent an important economic activity for countries that have extensive coastlines. However, in the last decade, shrimp culture has developed exponentially throughout the world, more than any other livestock production sector.

According to the National Fisheries Institute, approximately 79 % of the total shrimp catch in Mexico is from the Mexican Pacific, with Sinaloa accounting for 46.9 % of the national production, and of this, a large part of the production is exported to the United States of America such as frozen shrimp with head and peeled shrimp, for a value of 286 million dollars (SAGARPA 2016).

The shrimp cleaning process generates losses of more than 20 % of the product weight. It is estimated that the cleaning wastes generated during the industrial benefit of shrimp reaches 60 thousand tons per year, currently becoming an environmental problem in the region (Domínguez 2017).

According to Jafari *et al.* (2012), the shrimp wastes

El objetivo del presente estudio fue caracterizar la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca de un suplemento con la inclusión del residuo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) destinado para vacas lecheras. Se utilizaron cuatro toros de la raza Pardo Suizo con 700 ± 25 kg de PV, fistulados en rumen, alimentados con concentrado comercial (2 kg anim. día⁻¹) y forraje de pasto Sudan (*Sorghum sudanense*), agua y sales minerales a libre voluntad. El residuo de harina de camarón sustituyó (30%) en el concentrado (70%). Se utilizaron 84 bolsas de dacrón incubadas en rumen por triplicado (72, 48, 24, 18, 8, 4, 0h). Los indicadores de degradabilidad ruminal alcanzaron valores para la fracción soluble (a), fracción insoluble (b), para la potencialmente degradable (a+b), velocidad de degradación (c) y degradabilidad efectiva a diferentes tasas de recambio ruminal ($k=0.02, 0.04$) de 17.24 %, 66.63 %, 83.87 %, 2 % h, 64.20 % y 60.10 %, respectivamente. Se concluye que los indicadores alcanzados de degradación de la materia seca, confirman la posibilidad de utilizar el suplemento con la inclusión de 30 % del residuo de camarón en la alimentación para animales rumiantes, aunque debería caracterizarse la degradabilidad del resto de los nutrientes y hacer pruebas de campo con animales en producción.

Key words: *rumiantes, solubilidad, suplemento*

Los productos procedentes del mar representan una actividad económica importante para los países que poseen extensos litorales. Sin embargo, en la última década el cultivo de camarón se ha desarrollado de manera exponencial en todo el mundo, más que otro sector productivo pecuario.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Pesca, aproximadamente el 79 % de la captura total de camarón en México se extrae del Pacífico mexicano, correspondiendo a Sinaloa el 46.9 % de la producción nacional y de esta, gran parte de la producción se exporta hacia los Estados Unidos de América como camarón congelado con cabeza y camarón pelado, por un valor de 286 millones de dólares (SAGARPA 2016).

El procesamiento de limpieza del camarón genera pérdidas por más de 20 % del peso del producto. Se estima que los residuos de limpieza generados durante el beneficio industrial del camarón, alcanzan las 60 mil toneladas anuales, convertidas en la actualidad en un problema ambiental en la región (Domínguez 2017).

formed by the carapace, telson, cephalothorax and residual meat, resulting from industrial processing, constitute a natural source of protein, minerals, chitin and rich in carotenoids pigments. Elements that have made possible to take full advantage of this waste in monogastric animals feeding. However, they have been little studied in ruminant species.

The experiment was carried out at the facilities of the zootechnical post and the laboratories of Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, located at km 17.5 of Culiacán-El Dorado highway in Culiacán city, Sinaloa, Mexico.

The ruminal degradability was determined through the nylon bag technique described by Mehrez and Orskov (1977) and the effective degradability by McDonald (1981), considering a fractional passage rate from the rumen and speed of 2 and 4 %. For the incubation of the sample four bulls from Brown Suisse breed were used with a weight of 700 ± 25 kg of live weight and fistulated in rumen fed with commercial concentrate ($2 \text{ kg anim. day}^{-1}$), forage of Sudan grass (*Sorghum sudanense*), water and mineral salts *ad libitum*. The introduction of the bags was in triplicate and in reverse order (72, 48, 24, 18, 8, 4, 0h) to then collect all at the same time. The hour 0 was carried out in a bain-marie at 39°C . A total of 84 bags were used and each one (17×4 cm) contained 5 grams of sample with a particle size of 2 mm and a porosity of $50 \mu\text{m}$. To the total waste, a proximal chemical analysis was determined before and after the incubation (dry matter, organic matter, crude protein, crude fiber, ash and metabolizable energy) according to AOAC (2005).

The results of degradation during the incubation kinetics were analyzed by analysis of variance and the Duncan test (1955) was applied to establish differences between means. All the data were processed using the statistical package INFOSTAT (Di Rienzo 2012). The NEWAY EXCEL program was used to determine the parameters of the degradation model (Chen, 1997).

Table 1 shows that shrimp meal shows high content of organic matter (OM), a fraction that influences on the amount of substrate available for the fermentation of ruminal bacteria and with the possibility of extending the degradation of the supplement with the inclusion of shrimp waste meal (SMS). The OM values reached are within the range established by the literature that ranges from 67 % to 80 % (Carranco *et al.* 2017). However, they are higher than those obtained by Estrada *et al.* (2017) for blue crab meat waste meal (53 %) and similar to those of fish meal (74 %) proposed by Cabello *et al.* (2013) and less than the giant squid (91 %) evaluated by Calvo *et al.* (2016).

Similarly, it is observed that ash with a value of 24.79 % and ME with 10.05 MJ are in the range of values considered adequate, according to the literature for shrimp waste meal (Espinosa-Chaurand *et al.* 2015).

Según Jafari *et al.* (2012), los residuos de camarón conformados por el caparazón, cola, cefalotórax y carne residual, resultante del procesamiento industrial, constituyen una fuente natural de proteína, minerales, quitina y rico en pigmentos carotenoides. Elementos que han permitido aprovechar integralmente este residuo en la alimentación de animales monogastricos. Sin embargo, han sido poco estudiadas en las especies de rumiantes.

El experimento se desarrolló en las instalaciones de la posta zootécnica y los laboratorios de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicados en el km 17.5 de la carretera Culiacán-El dorado en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México.

La degradabilidad ruminal se determinó a través de la técnica de bolsas de nailón descrita por Mehrez y Orskov (1977) y la degradabilidad efectiva por McDonald (1981), considerando una tasa fraccional de pasaje desde el rumen y velocidad de 2 y 4 %. Para la incubación de la muestra se utilizaron cuatro toros de la raza Pardo Suizo con un peso de 700 ± 25 kg de peso vivo y fistulados en rumen alimentados con concentrado comercial ($2 \text{ kg anim. día}^{-1}$), forraje de pasto Sudan (*Sorghum sudanense*), agua y sales minerales a libre voluntad. La introducción de las bolsas fue por triplicado y en orden inverso (72, 48, 24, 18, 8, 4, 0h) para luego recolectar todas al mismo tiempo. La hora 0 se realizó en baño María a 39°C . Se utilizaron en total 84 bolsas y cada una (17×4 cm) contenía 5 gramos de muestra con un tamaño de partícula de 2 mm y una porosidad de $50 \mu\text{m}$. Al total del residuo se le determinó análisis químico proximal antes y después de la incubación (materia seca, materia orgánica, proteína bruta, fibra bruta, ceniza y energía metabolizable) según AOAC (2005).

A los resultados alcanzados de degradación durante la cinética de incubación se le realizó análisis de varianza y se aplicó la dócima de Duncan (1955) para establecer diferencias entre medias. La totalidad de los datos se procesaron mediante el paquete estadístico INFOSTAT (Di Rienzo 2012). Para determinar los parámetros del modelo de degradación se empleó el programa NEWAY EXCEL (Chen, 1997).

En la tabla 1 se aprecia que la harina de camarón muestra alto contenido de materia orgánica (MO), fracción que tiene influencia en la cantidad de sustrato disponible para la fermentación de las bacterias ruminales y con posibilidad de extender la degradación del suplemento con la inclusión de harina de residuo de camarón (SHC). Los valores de MO alcanzados se encuentran dentro del rango establecido por la literatura que oscila de 67 % hasta 80 % (Carranco *et al.* 2017). Sin embargo, son mayores a los obtenidos por Estrada *et al.* (2017) para la harina de residuo de masa de cangrejo azul (53 %) y similares a los de la harina de pescado (74 %) planteados por Cabello *et al.* (2013) y menores a los del calamar gigante (91 %) evaluada por Calvo *et al.* (2016).

De igual manera, se observa que la ceniza con valor de 24.79 % y la EM con 10.05 MJ están en el rango de los valores considerados adecuados, según la literatura para

On the other hand, the crude protein was the nutrient that was found in higher proportion in the meal of shrimp waste with 53.39 %. Value slightly higher than those reported in the literature which ranges from 30.07 to 50.06 % (Salas-Duran *et al.* 2015 and Carranco *et al.* 2017). This difference could be attributed to the area of production and capture, season of the year, climate, age and species of shrimp. However, Salas-Duran *et al.* (2015) mentioned that the amount of heads and cephalothorax in the shrimp waste meal is a factor that varies the percentage of protein, since a higher number of heads increases the values, while higher number of cephalothorax decreases it. In comparison with other waste meals from the sea, there is similarity with fish meal (Cabello *et al.* 2013). However, they are higher than those reported by Estrada *et al.* (2017) for blue crab meat, but lower than those contributed by the giant squid meal Calvo *et al.* (2016).

la harina de residuo de camarón (Espinosa-Chaurand *et al.* 2015).

Por su parte, la proteína bruta fue el nutriente que se encontró en mayor proporción en la harina de residuo de camarón con 53.39 %. Valor ligeramente superior a los informados en la literatura que oscilan entre 30.07 a 50.06 % (Salas-Duran *et al.* 2015 y Carranco *et al.* 2017). Esta diferencia pudiera atribuirse a la zona de producción y captura, época del año, clima, edad y especie del camarón. Sin embargo, Salas-Duran *et al.* (2015) mencionaron que la cantidad de cabezas y de cefalotórax en la harina de residuo de camarón es un factor que varía el porcentaje de proteína, ya que un número mayor de cabezas aumenta los valores, mientras que mayor número de cefalotórax la disminuye. En comparación con otras harinas de residuo procedentes del mar se encuentra similitud con la harina de pescado (Cabello *et al.* 2013). Sin embargo, son mayores a lo reportado por Estrada *et al.* (2017) para harina de masa de cangrejo azul, pero menores que las aportadas por la

Table 1. Chemical composition of the shrimp waste meal (SM) and the supplement with 30 % inclusion of shrimp meal (SMS)

Food	DM, %	OM, %	CF, %	Crude fiber, %	NDF, %	Ash, %	ME, MJ
SM	85.59	75.21	53.39	19.70	-	24.79	10.05
SMS	86.49	84.06	34.79	-	39.95	15.94	10.34

When analyzing the parameters of degradability (table 2) it was observed that the value of the soluble fraction (a=17.24 %) made possible the rapid disappearance of the potentially degradable fraction (a+b=83.87 %) and the shorter time of ruminal incubation, which shows the existence of highly fermentable substrate, able to ensure from the beginning the degradative activity of ruminal microorganisms. Although, the value of the insoluble fraction, but degradable potential (b=66.63 %) of the DM in rumen contributed with more than half of the fraction a+b. On the other hand, it was observed that both the fraction "b" and "a + b", shows resistance to the microbial attack of food in the rumen, favoring, that part of the supplement be subsequently digested in the intestine.

When comparing these values with those of other supplements with inclusions of animal meals, it was observed that with the inclusion of fish meal in a concentrate Aguirre *et al.* (2017) reported that the fraction a (20.42), fraction b (37.12) and "a+b" (57.54), were lower than those of this study. However, they are similar to those evaluated by Ramírez and Giraldo (2017) for a supplement composed of Kikuyo grass (*Penisetum clandestinum*) and castor bean cake as a protein source.

The degradation rate (2 % h) obtained in this study corresponds to foods of medium quality, but lower than the evaluated supplements, which could be related to the chitin in shrimp wastes and the time required by ruminal microorganisms to degrade it (Piloni 2008). On the other

harina de calamar gigante Calvo *et al.* (2016).

Al analizar los parámetros de degradabilidad (tabla 2) se observó que, el valor de la fracción soluble (a=17.24%) posibilitó la rápida desaparición de la fracción potencialmente degradable (a+b=83.87 %) y el menor tiempo de incubación ruminal, lo que demuestra la existencia de sustrato altamente fermentable, capaz de asegurar desde el inicio la actividad degradativa de los microorganismos ruminales. Aunque, el valor de la fracción insoluble, pero potencial degradable (b=66.63 %) de la MS en rumen contribuyó con más de la mitad de la fracción a+b. Por su parte, se observó que tanto la fracción "b" como "a+b", indican resistencia al ataque microbiano del alimento en rumen, favoreciendo con ello, que parte del suplemento sean digerido posteriormente en el intestino.

Al comparar estos valores con los de otros suplementos con inclusiones de harinas de origen animal, se observó que con la inclusión de harina de pescado en un concentrado Aguirre *et al.* (2017) informaron que la fracción a (20.42), fracción b (37.12) y "a+b" (57.54), fueron inferiores a los del presente estudio. Sin embargo, son similares a los evaluados por Ramírez y Giraldo (2017) para un suplemento compuesto de pasto kikuyo (*Penisetum clandestinum*) y torta de higuera como fuente proteica.

La tasa de degradación (2 % h) obtenida en este estudio, se corresponde con alimentos de mediana calidad, pero inferiores a los suplementos evaluados, lo cual pudiera estar relacionado con la quitina presente en los residuos de camarón y el tiempo que requieren

hand, the ruminal turnover rates that oscillate in 64 and 60 % show their nutritional quality and the value of their use in dairy cows.

los microorganismos ruminales para degradarlo (Piloni 2008). Por su parte, las tasas de recambio ruminal que oscilan en 64 y 60 % demuestran su calidad nutritiva y

Table 2. Parameters of *in situ* ruminal degradation of the dry matter of the concentrate (SMS)

Treatments	a, %	b, %	a+b, %	c, % h ⁻¹	SD, %	
					k=0.02	k=0.04
ISDDM	17.24	66.63	83.87	0.0219	64.20	60.10

It is concluded that the parameters reached of dry matter degradation confirm the possibility of using the supplement with the inclusion of 30 % of the shrimp waste in ruminant animals feeding, although the degradability of the rest of the nutrients should be characterized and carry out field tests with animals in production.

la valía de su utilización en vacas lecheras.

Se concluye que los parámetros alcanzados de degradación de la materia seca, confirman la posibilidad de utilizar el suplemento con la inclusión de 30 % del residuo de camarón en la alimentación para animales rumiantes, aunque se debería caracterizar la degradabilidad del resto de los nutrientes y hacer pruebas de campo con animales en producción.

References

- Aguirre, V.C., Medina, V.M., Montenegro, V.L., Sánchez, L.A. & Espinoza, G.I. 2017. Cinética de fermentación y degradabilidad ruminal *in vitro* de dietas con diferente fuente de nitrógeno. Rev. Cienc. Tec. UTEQ. 10(2): 69-73.
- AOAC. 2005. Association of Official Analytical Chemistry. International Official Methods of Analysis. 15th Ed. The Association of Official Analytical Chemists: Washington. U.S.A. p. 684.
- Cabello, A., García, A., Figuera, B., Higuera, Y. & Vallenilla, O. 2013. Calidad físico-química de la harina de pescado. Rev. Venezolana. Saber. 25(4): 414-422.
- Calvo, M., Carranco, M., Salinas, C. & Carrillo, S. 2016. Composición química de harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Rev. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 66(1): 074-081.
- Carranco, C.C., Calvo, D.S., Carrillo, C.R., Ramírez, B.E., Morales, G.L., Sanginés, M.B., Fuente, G.E. Ávila, & R.F. Pérez. 2017. Cambios de la fracción hidrosoluble de huevo de gallinas alimentadas con harina de camarón almacenado a diferentes tiempos y temperaturas. Rev. Mex. de Cienc. Pecuarias 8(4): 365-373.
- Chen, B. 1997. NEWAY EXCEL Version 5.0. A utility for processing data of feed degradability *in vitro*. Rowett Research Institute. Aberdeen. Escocia. 29 pp.
- Di Rienzo, J.A., González, L.A. & Robledo, C.W. 2012. InfoStat. Software estadístico. Manual del usuario. Versión 1. Córdoba, Argentina.
- Domínguez, C.Y. 2017. Elaboración de tostadas a base de residuo de camarón. Graduated Thesis. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics. 11:1-42.
- Espinosa-Chaurand, L.D., Silva-Loera, A., García-Esquivel, Z. & López-Acuña, L.M. 2015. Uso de harina de cabeza de camarón como remplazo proteico de pescado en dietas balanceadas para juveniles de *Totoaba macdonaldi* (Gilbert, 1890). Lat. Am. J. Aquat. Res. 43(3): 457-465.
- Estrada, H.Y., Balsinde, R.M., Cortina, A.D., Gandon, H.J., Pis, R.M. & Hernández, M.D. 2017. Elaboración de harina a partir de residuos de procesamiento de masa de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) como alternativa medioambiental en la Ciénaga de Zapata. Rev. Cubana de Investigación Pesquera. 34(1): 21-26.
- Jafari, A., Gharibi, S., Farjadmad, F. & Sathigara, P. 2012. Extraction of shrimp waste pigments by enzymatic and alkaline treatment: evaluation by inhibition of lipid peroxidation. Journal of Material Cycles and Waste Management. 14: 411-413.
- McDonald, I.M. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in rumen. J. Agric. Sci. 96(1): 251-252.
- Mehrez, A. & Orskov, E. 1977. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. Journal of Agricultural Science Cambridge 88: 645-650.
- Piloni M.J. 2008. Aislamiento y caracterización de bacterias quitinolíticas ruminales. PhD Thesis. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, EDO de México, México.
- Ramírez, H.I. & Giraldo, V. 2017. Evaluación de suplementos alimenticios conteniendo torta de higuera sobre la degradación *in situ* de dietas con pasto kikuyo y la producción lechera en vacas Holstein. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 12(2): 103-122.
- SAGARPA. 2016. Aumenta producción de camarón 65.5 por ciento en cuatro años. Available: < http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/Paginas/JAC_00127_10.aspx > [Consulted: April 20, 2018].
- Salas-Duran, C., Chacón-Villalobos, A. & Zamora-Sánchez, L. 2015. La harina de cefalotórax de camarón en raciones de gallinas ponedoras. Agronomía Mesoamericana. 26(2): 333-343.