



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2023; 13:1-19. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2023.1>
Artículo Original. Recibido: 26/01/2022. Aceptado:20/01/2023. Publicado: 05/02/2023. Clave: e2022-8.
<https://www.youtube.com/watch?v=OvqkS2QHU8A>

Estudio preliminar de energía metabolizable y digestibilidad íleal aparente de aminoácidos de harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en dietas para pollo



Preliminary studies of metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) meal in chicken diets

Benjamín Fuente-Martínez¹ , María Carranco-Jáuregui^{*2} , Silvia Carrillo-Domínguez² , Luz Tejada-Jarero³, María Calvo-Carrillo² 

¹Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Manuel M. López S/N, Colonia Santiago Zapotitlán, Alcaldía Tláhuac, 13209, Ciudad de México, México. ²Departamento de Nutrición Animal Dr. Fernando Pérez-Gil Romo, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Vasco de Quiroga No. 15, Col. Belisario Domínguez Sección XVI, Alcaldía Tlalpan 14080, Ciudad de México, México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad No. 3000, Universidad Nacional Autónoma de México, CU, Alcaldía Coyoacán, 04510, Ciudad de México. *Autor para correspondencia: Carranco-Jáuregui Ma. Elena. Vasco de Quiroga No. 15, Col. Belisario Domínguez Sección XVI, Alcaldía Tlalpan 14080, Ciudad de México, México. Correo electrónico: rexprimero@hotmail.com, benjaminfuente@yahoo.com.mx, silvicarrillo3@hotmail.com, lunet_ly@hotmail.com, concepcion_calvo1@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue determinar la energía metabolizable aparente (EMAn) y digestibilidad íleal aparente (CDI) de aminoácidos en la harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) (HCG), como alternativa proteica en dietas para pollos de engorda. Experimento 1: en la HCG se determinó la EMAn y el CDI de sus aminoácidos. A 96 pollos se les proporcionó dieta con 8 y 16% de HCG durante 21 días de edad. Experimento 2: 72 pollos fueron alimentados con 16 y 20% de HCG en la dieta, durante 42 días. Variables productivas, rendimiento de canal, color de piel y sabor fueron evaluados. Resultados: EMAn fue 3376.15 kcal/kg y CDI de los aminoácidos mayor a 68%, excepto histidina (21%) y cisteína (47%). Ganancia de peso y peso final se redujeron con 16% HCG ($P < 0.05$) respecto al testigo a los 21 días de edad, sin embargo, a los 42 días no se detectaron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos con 16 y 20%, tanto en las variables productivas como en rendimiento de la canal y peso de pollos ($P > 0.05$). El sabor de la carne no se vio afectado por HCG ($P > 0.05$). Se concluye que la HCG es una fuente alterna de proteína en dietas para pollos de engorda.

Palabras clave: Harina de calamar, energía metabolizable, digestibilidad íleal aparente, pollos de engorda.

ABSTRACT

The objective was to determine apparent metabolizable energy (AMEn) and apparent ileal digestibility (AID) of amino acids in giant squid (*Dosidicus gigas*) (GSM) meal, as a protein alternative in diets for broilers. Experiment 1: in GSM the AMEn and the AID of its amino acids were determined. Ninety-six chickens were fed a diet with 8 and 16% GSM for 21 days of age. Experiment 2: 72 chickens were fed with 16 and 20% GSM in the diet for 42 days. Productive parameters, carcass yield, skin color and flavor meat were evaluated. Results: AMEn was 3376.15 kcal/kg and AID of amino acids greater than 68%, except histidine



(21%) and cysteine (47%). Weight gain and final weight were reduced with 16% GSM ($P < 0.05$) compared to the control at 21 days of age, however at 42 days no differences were detected ($P > 0.05$) between treatments with 16 and 20%. both in the productive parameters and in carcass yield and chicken weight ($P > 0.05$). The taste of the meat was not affected by GSM ($P > 0.05$). It is concluded that GSM is an alternate source of protein in diets for broilers.

Keywords: Squid meal, metabolizable energy, apparent ileal digestibility, broilers.

INTRODUCCIÓN

En México la producción de carne de pollo en 2020 fue de 3,952 millones de toneladas, representando dos tercios del total de consumo de carne. La avicultura constituye el 38.8% de las actividades generadoras de proteína (carne) para consumo humano (31 kg/per cápita) (UNA, 2021); y ha cobrado un papel importante en la familia sobre todo durante la pandemia, contribuyendo así al bienestar de la población. Por otro lado, la producción anual de alimentos balanceados para animales en los últimos 4 años ha mantenido un crecimiento del 4%, que cubre la demanda que se requiere para garantizar una proteína animal de calidad para los mexicanos. En la Encuesta Global sobre Alimentos Balanceados se menciona que México, al cierre de 2020, subió a la 5ª posición mundial con una producción de 38 millones de TM (Alltech, 2021; CONAFAB, 2021).

Dentro del precio de producción total, la alimentación es el rubro de mayor impacto, pues representa aproximadamente 63% de los costos (UNA, 2021). Por lo anterior, las industrias que se dedican a la formulación de alimentos balanceados, se encuentran en una constante búsqueda de recursos económicamente viables, que no sacrifiquen la calidad de la dieta y por ende las variables productivas (UNA, 2021). Uno de estos posibles recursos puede ser la harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*), cefalópodo que se distribuye a lo largo del continente americano desde California, Estados Unidos, hasta el sur de Chile. Estudios señalan que tiene un alto contenido de proteína, pero la información que se ha publicado sobre este aspecto y otros es escasa; de hecho, no se conoce cuán disponible es esta proteína para las aves. A nivel mundial, México se encuentra dentro de los principales países en producción del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) (2,598 TM), siendo el Estado de Sinaloa el principal productor con 1,600 TM (De la Cruz et al., 2011).

El consumo de calamar en México se estima en 0.53 kg/año/per capita, que representa 3.8% del consumo de productos marinos muy por debajo de países como Corea del Sur, Japón y España que consumen por encima de 3.5 kg/año/per capita/año, siendo éste un producto con alto contenido de proteína, ácidos grasos y bajo costo (De la Cruz et al., 2011). Existe otro segmento de mercado que puede dar un valor agregado a la pesquería del calamar, éste es destinar a la elaboración de harina para consumo animal, las vísceras y otras partes del calamar o el ejemplar entero que no cubra las características de calidad para el consumo humano, considerando que esta harina es una fuente de proteína y ácidos grasos (Calvo et al., 2016). Por ello, el objetivo de esta investigación fue determinar el contenido de energía metabolizable y la digestibilidad íleal aparente de



los aminoácidos de la harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) para ser incorporada como una fuente alterna de proteína en dietas para pollos de engorda.

MATERIAL Y MÉTODOS

El protocolo fue aprobado por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales Experimentales (CICUAE-FMVZ-UNAM) (aprobación: MC-2017/2-25) (NOM-062-ZOO-1999). Los experimentos se llevaron a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola de la FMVZ, UNAM, Ciudad de México.

Experimento 1. Análisis químico de la harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) (HCG)

La HCG se obtuvo a partir de ejemplares enteros de calamar (manto, aleta, tentáculos, pluma y vísceras), capturados en Santa Rosalía, Baja California Sur, México. Las determinaciones de laboratorio se llevaron a cabo por las técnicas descritas en AOAC (2019); proteína verdadera (Tejada, 1992); cuantificación del perfil de aminoácidos por HPLC mediante el método AccQ-TAG Waters (1993) y nitrógeno no proteico (NNP) por la fórmula:

$$\% NNP = \% N \text{ soluble} - N \text{ soluble verdadero}$$

Preparación de las dietas y ensayo biológico

Se formularon 3 dietas con base en sorgo más pasta de soya de acuerdo con las necesidades nutricionales de la estirpe Ross 308 (Aviagen, 2014) para pollos de engorda de hasta 3 semanas de edad. Se sustituyó parcialmente la pasta de soya con HCG en 8 y 16% empleando el programa Nutrition para Windows™ (versión 5.0 Pro.) (Tabla 1).

Se usaron 96 pollos mixtos estirpe Ross 308 de 1 día de edad distribuidos en un diseño completamente al azar de 3 tratamientos con 4 repeticiones cada uno. Las aves se alojaron en jaulas en batería con una densidad de 8 aves (4 machos y 4 hembras) por repetición. El alimento y el agua estuvieron a libre acceso por 21 días.

Variables productivas, energía metabolizable de la HCG y digestibilidad íleal aparente (DIA) de los aminoácidos de la HCG

Se llevó un registro semanal de ganancia de peso (g), consumo de alimento (g/ave) e índice de conversión alimentaria (kg:kg). Se recolectaron excretas los últimos 3 días del experimento, se secaron (60°C/24 h) y molieron. Tanto a las dietas como a las excretas se les determinó energía bruta por bomba calorimétrica marca Parr 1341 Series, Parr Instrument Company, USA. Para calcular la energía metabolizable aparente (EMAn) corregida a balance nitrogenado cero, se consideró que si el nitrógeno no se retiene aparecerá como ácido úrico excretado en orina y que 1g de N excretado como ácido úrico equivale a 8.22, factor utilizado para hacer la corrección (Potter *et al.*, 1960).



Tabla 1. Composición de las dietas (kg/t) del experimento 1 para pollos de 1 a 21 días de edad

Ingredientes	Dieta	DT + 8%	DT + 16%
	testigo (DT)	HCG	HCG
Sorgo	543.929	573.053	605.952
Pasta de soya	369.205	317.183	264.413
Harina de calamar	0.000	29.530	59.100
Aceite vegetal	35.307	29.353	22.183
Fosfato de calcio	17.605	16.058	14.498
Carbonato de calcio	14.744	15.780	16.822
DL-Metionina 99%	4.248	3.985	3.720
Sal	3.823	3.968	2.242
L-Lisina HCl	3.016	2.062	1.124
Dióxido de Titanio	3.000	3.000	3.000
Premezcla vitaminas y minerales ¹	3.000	3.000	3.000
L-Treonina	1.146	1.168	1.192
Coccidiostato ²	0.500	0.500	0.500
L-Arginina	0.203	1.085	1.980
Antioxidante ³	0.150	0.150	0.150
Enradin® ⁴	0.125	0.125	0.125
Total	1000	1000	1000
Análisis calculado (g/kg)			
Proteína cruda	23	23	23
EM (kcal/kg)	3000	3000	3000
Metionina total	0.738	0.720	0.702
Metionina + Cisteína	1.080	1.080	1.080
Lisina	1.440	1.440	1.440
Treonina	0.970	0.970	0.970
Triptófano	0.302	0.302	0.302
Arginina	1.520	1.520	1.520
Calcio total	0.960	0.960	0.960
Fósforo disponible	0.480	0.480	0.480
Sodio	0.160	0.160	0.160

¹ Premezcla de vitaminas y minerales: vitaminas: A, 4,667 kUI; D3, 1,500 kUI; E, 23,333.5 mg; K3, 1333.275 mg; B1, 1000.04 mg; B2, 3666.4; B6, 1333.32; B12, 8.33 mg; nicotinamida, 26,667 mg; ácido pantoténico, 8,333.1 mg; ácido fólico, 666.4 mg; biotina, 66.7; cloruro de colina, 199,999.8 mg; Minerales: Cu, 5000 mg; Fe, 26,666.8 mg; Mn, 41,333.54 mg; I, 400 mg; Zn, 36,666.72 mg; Se, 100 mg; CaCO₃, 216 mg; aceite mineral, 5 g; vehículo c.b.p. 1,000 kg. ² Nicarfeed® (HELM de México, S.A.); nicarbacina al 25%. ³ Feed OX® (Dresens Química S.A. de C.V.); BHA (Butilhidroxianisol), 1.2%; BHT (Butilhidroxitolueno), 9.0%; Etoxiquin, 4.8%; agentes quelantes, 10%; exipiente c.b.p. 100%. ⁴ Enradin® (MSD): 80g/kg de enramicina.



Para estos cálculos se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$EMAn \text{ (kcal por kg)} = EMt - \frac{EMt - EMI}{\text{Proporción de inclusión}}$$

Donde:

$$EMt \text{ ó } EMI = \text{Energía } d - (\text{Energía } h + 8.22 \times N \text{ retenido})$$

Energía d = se obtiene directamente de la bomba calorimétrica

$$\text{Energía } h = \text{energía por mg de excreta} \times \frac{\text{Marcador en dieta}}{\text{Marcador en heces}}$$

$$N \text{ retenido} = N \text{ por mg de dieta} - N \text{ por mg de excreta} \times \frac{\text{Marcador en dieta}}{\text{Marcador en heces}}$$

Donde: *EMt*: Energía metabolizable por mg de dieta testigo; *EMI*: Energía metabolizable por mg de dieta inclusión; *Energía d*: Energía por mg de dieta; *Energía h*: Energía de excretas por mg de dieta; *N retenido*: nitrógeno retenido (expresado en mg) por mg de dieta.

A los 21 días de edad los pollos se sacrificaron por el método de dislocación cervical (NOM-033-ZOO-1995). Se extrajo el contenido del íleo (desde la porción del intestino delimitada por el divertículo vitelínico hasta 2 cm antes de la bifurcación cecal) (Widyarante & Drew, 2011), se secó en horno (60°C/36 h), se molió y se realizó análisis de perfil de aminoácidos por cromatografía de intercambio iónico MME-AA-01 y MME-AA-02 y para triptófano A-0099-007/11 (INCMNSZ, 2011). Se incorporó 0.3% de TiO₂ a las dietas como marcador indigestible y se determinó en las excretas por espectrofotometría (SP6-500UV spectrophotometer, UK) (Jagger *et al.*, 1992). Una vez obtenidos los resultados del perfil de aminoácidos (de las dietas, contenido íleal y del TiO₂) en excretas se procedió al cálculo de los coeficientes de DIA de los aminoácidos propuesto por Lemme *et al.*, (2004):

$$\text{Recuperación indicador (\%)} = \frac{\text{Indicador excretado}}{\text{Indicador consumido}} \times 100$$

$$DIA (\%) = 100 - \left[\frac{(M \text{ dieta} \times AA \text{ excreta})}{(M \text{ excreta} \times AA \text{ dieta})} \times 100 \right]$$

Donde: M dieta y M excreta = marcador en la dieta y excreta respectivamente (expresado en materia seca y en g/kg); AA dieta y AA excreta = aminoácidos en la dieta y excreta, respectivamente (expresado en materia seca y en g/kg). La corrección por NNP a los coeficientes de digestibilidad se realizó restando de la proporción de HCG en la dieta el porcentaje de este componente.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de las variables productivas fueron analizados usando un diseño completamente al azar, con un nivel de significancia del 95% (Kuehl, 2001). Las



diferencias entre medias fueron comparadas por la prueba de Tukey con una $P < 0.05$ empleando el programa JMP Ver. 8.

Experimento 2

Antes de formular las dietas se realizó un análisis del perfil de aminoácidos a los ingredientes (pasta de soya, maíz y HCG) por la técnica de Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIR) (AMINONIR® Portable, Alemania) (AMINODat, 2016). Se formularon 3 dietas con base en maíz más pasta de soya de acuerdo con los requerimientos nutricionales de la estirpe Ross 308 (Aviagen, 2014) sustituyendo parcialmente a la pasta de soya con HCG (16 y 20%) para 3 fases: iniciación, crecimiento y finalización (Tabla 2). Para la formulación se utilizaron los valores de proteína, EMAn y aminoácidos digestibles de la HCG obtenidos a partir de los resultados del experimento 1, utilizando el programa Nutrion Windows™ (Versión 5.0 Pro). Se utilizaron 72 pollos de la estirpe Ross 308 (36 hembras y 36 machos), de 1 día de edad, distribuidos en un diseño completamente aleatorio en 3 tratamientos con 4 repeticiones cada uno. Los pollos se alojaron en jaulas en batería, con una densidad de 6 aves por replica (3 machos y 3 hembras). El agua y alimento fueron a libre acceso durante 42 días de ensayo.

Variables productivas y rendimiento de la canal, amarillamiento cutáneo *in vivo* y evaluación sensorial de la carne

Se llevó registro de ganancia de peso (g), consumo de alimento (g/ave) e índice de conversión alimentaria (kg:kg). Al término del ensayo todos los animales fueron sacrificados de acuerdo con los métodos descritos en la Norma Oficial Mexicana, para evaluar rendimiento de la canal caliente (expresado como porcentaje de peso vivo) (NOM-033-ZOO-1995). Posteriormente las canales evisceradas fueron congeladas (-20°C) para su posterior evaluación sensorial. Se midió el pigmento en piel de todos los pollos en el día 42 antes del sacrificio, en la zona apterílica costal derecha con un colorímetro de reflectancia Konica Minolta Modelo CR-400®, USA de acuerdo al sistema CIELab, reportando los valores de L, a* y b* (Martínez, 1996).

En la evaluación sensorial participaron 30 consumidores habituales de carne de pollo. Pechuga y pierna más muslo se cocieron sin sal por 45 minutos/85°C, se deshebraron y se colocaron en platos previamente identificados con números aleatorios para llevar a cabo una prueba de aceptación del sabor con una escala hedónica de 5 puntos: 1 gusta mucho, 2 gusta poco, 3 indiferente, 4 disgusta poco y 5 disgusta mucho (Pedrero & Pangborn, 1989).



Tabla 2. Composición de las dietas del experimento 2

Ingrediente	Iniciación (1-10 días)			Crecimiento (11-24 días)			Finalización (25-42 días)		
	Dieta Testigo (DT)	DT+16 % HCG	DT+20% HCG	Dieta Testigo (DT)	DT+16% HCG	DT+20% HCG	Dieta Testigo (DT)	DT+16% HCG	DT+20% HCG
Maíz	618.393	649.891	657.775	666.645	703.552	710.129	702.793	738.321	747.072
Pasta de soya	337.695	252.158	230.768	281.338	208.488	190.643	238.480	176.053	160.469
Harina Calamar Gigante (HCG)	0.000	54.030	67.539	0.000	45.000	56.270	0.000	38.160	47.70
Carbonato de calcio	13.693	15.383	15.805	12.445	13.867	14.220	11.174	12.385	12.688
Fosfato de calcio	11.350	8.914	8.305	9.539	7.494	6.986	7.635	5.895	5.460
Aceite vegetal	-----	-----	-----	8.777	0.000	0.000	18.090	7.066	4.353
Sal	3.498	2.037	1.672	3.490	2.266	1.962	3.484	2.443	2.183
DL-Metionina 99%	3.530	3.590	3.604	3.212	3.247	3.260	2.878	2.902	2.908
Pigmento amarillo natural ¹	-----	-----	-----	3.000	3.000	3.000	6.000	6.000	6.000
Secuestrante de micotoxinas ²	3.000	3.000	3.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Pre-mezcla vitaminas y minerales ³	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	2.400	2.400	2.400
L-Lisina 99%	2.452	3.123	3.291	2.564	3.147	3.287	2.252	2.756	2.882
L-Treonina 99%	1.473	1.655	1.700	1.349	1.501	1.539	1.036	1.165	1.197
L-Arginina 99%	0.041	0.828	1.025	0.340	1.013	1.177	0.228	0.806	0.950
L-Triptófano 99%	0.000	0.093	0.216	0.000	0.124	0.227	0.000	0.098	0.187
Coccidiostato ⁴	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Antioxidante ⁵	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150	0.150
Bacitracina de Zinc ⁶	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550
Fitasa ⁷	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Betaina anhidra ⁸	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.250	0.250	0.250
Cloruro de colina 60%	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	-----	-----	-----
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Análisis calculado (%)									
Proteína cruda	21.421	21.421	21.421	19.000	19.000	19.000	17.161	17.160	17.160
Energía metabolizable (kcal/kg)	3000	3081	3101	3100	3122	3139	3200	3200	3200
Metionina + cisteína digestible	0.950	0.950	0.950	0.870	0.870	0.870	0.800	0.800	0.800



Lisina digestible	1.280	1.280	1.280	1.150	1.150	1.150	1.020	1.020	1.020
Treonina digestible	0.860	0.860	0.860	0.770	0.770	0.770	0.680	0.680	0.680
Triptófano digestible	0.240	0.200	0.200	0.209	0.180	0.180	0.185	0.160	0.160
Arginina digestible	1.370	1.370	1.370	1.230	1.230	1.230	1.090	1.090	1.090
Valina digestible	0.954	0.910	0.898	0.855	0.818	0.809	0.780	0.749	0.741
Calcio total	0.960	0.960	0.960	0.870	0.870	0.870	0.780	0.780	0.780
Fósforo disponible	0.480	0.480	0.480	0.435	0.435	0.435	0.390	0.390	0.390
Sodio	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160

¹ Avelut®; 15g/g xantofilas (tagetes erecta). ² Klinsil® (HELM de México, S.A.); Fosfosilicatos 30% (arcillas Zeolitas). ³ Premezcla de vitaminas y minerales: vitaminas: A, 4,667 kUI; D3, 1,500 kUI; E, 23,333.5 mg; K3, 1333.275 mg; B1, 1000.04 mg; B2, 3666.4; B6, 1333.32; B12, 8.33 mg; nicotinamida, 26,667 mg; ácido pantoténico, 8,333.1 mg; ácido fólico, 666.4 mg; biotina, 66.7; cloruro de colina, 199,999.8 mg; Minerales: Cu, 5000 mg; Fe, 26,666.8 mg; Mn, 41,333.54 mg; I, 400 mg; Zn, 36,666.72 mg; Se, 100 mg; CaCO₃, 216 mg; aceite mineral, 5 g; vehículo c.b.p. 1,000 kg. ⁴ Nicarfeed® (HELM de México, S.A.); nicarbacina al 25%. ⁵ Feed OX® (Dresens Química S.A. de C.V.); BHA (Butilhidroxianisol), 1.2%; BHT (Butilhidroxitolueno), 9.0%; Etoxiquin, 4.8%; agentes quelantes, 10%; exipiente c.b.p. 100%. ⁶ Bacitra-Feed 10%; bacitracina de zinc, 100g, c.b.p. 1000g. ⁷ Ronozyme Hiphos M® 6-fitasa de Aspergillus oryzae 50,000 FYT/g. ⁸ Betafin, betaína anhidra 96% grado alimenticio.



Análisis estadístico

Las variables productivas para fase de iniciación se analizaron bajo un diseño completamente al azar. Debido a la correlación que existió entre las diferentes fases, las variables de crecimiento y finalización se analizaron mediante un diseño completamente al azar con covariable, donde éstas fueron de la fase inmediata anterior a cada una (Kuehl, 2001). Las variables del amarillamiento y rendimiento de la canal se analizaron conforme a un diseño al azar con arreglo factorial 3x2 donde el primer factor fue porcentaje de inclusión de HCG (0, 16 y 20%) y el segundo factor fue sexo (Hembra o macho) (Kuehl, 2001). Las diferencias entre medias se analizaron a través de la prueba de Tukey con una $p < 0.05$ empleando el programa JMP Ver. 8. Los resultados de la evaluación sensorial se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Friedman ($p < 0.05$) (Pedrero & Pangborn, 1989).

RESULTADOS

Experimento 1

En las Tablas 3 y 4 se presentan la composición química, los coeficientes de digestibilidad (CD), así como la EMAn de la HCG. Proteína cruda (73.50%), proteína verdadera (55.14%) y el NNP (18.36%) de los compuestos nitrogenados totales. El valor de EMAn fue de 3376.15 kcal/kg. El CDI de los aminoácidos fue mayor a 68%, excepto en la histidina (21%) y la cisteína (47%).

Tabla 3. Composición química de la harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*)

Componente	g/100g
Humedad	6.11
Proteína cruda ¹	73.50
Proteína verdadera ¹	55.14
Nitrógeno no proteico (NNP) ¹	18.36
Fósforo total ²	1.32
Fósforo disponible	1.19
Cenizas	9.65
EB (kcal/kg)	4875.00
EMAn (kcal/kg)	3376.15

¹Expresado en base a la humedad de la harina.

²En base a una digestibilidad del 90%.

EB= Energía Bruta

EMAn= Energía Metabolizable Aparente

En la Tabla 5 se observa que el tratamiento con 16% de HCG en peso final y ganancia de peso presentó menores valores comparado con la dieta testigo y el mayor índice de conversión alimenticia ($P < 0.05$). El consumo de alimento fue similar para todos los tratamientos.



Tabla 4. Perfil de aminoácidos de la harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*)

	Aminoácidos (g/100g de muestra)				
	Totales ¹	Con corrección por NNP		Sin corrección por NNP	
		CD (%)	Digestible (%)	CD (%)	Digestible (%)=
Esenciales					
Metionina	1.42	89.1	1.27	89.6	1.27
Met + Cis*	2.01	68.2	1.37	69.7	1.40
Lisina	3.87	79.5	3.08	80.4	3.11
Treonina	2.74	73.2	3.08	80.4	3.11
Triptófano	0.40	ND	ND	ND	ND
Arginina	4.31	82.5	3.56	83.2	3.59
Isoleucina	2.40	76.2	1.83	77.3	1.85
Leucina	4.50	76.2	3.43	77.3	3.48
Valina	2.86	76.7	2.19	77.8	2.23
Histidina	1.58	21.5	0.34	24.8	0.39
Fenilalanina	2.25	78.0	1.75	78.9	1.77
No esenciales					
Cisteína	0.59	47.3	0.28	49.8	0.29
Serina	ND	72.1	ND	73.4	ND
Prolina	ND	70.3	ND	71.7	ND
Alanina	ND	73.5	ND	74.8	ND
Glicina	ND	73.8	ND	75.1	ND
Ác. Glutámico	ND	79.3	ND	80.2	ND
Ác. Aspártico	ND	75.9	ND	77.0	ND
Tirosina	ND	ND	ND	ND	ND

¹Expresado en base a la humedad de la harina.

*Calculado a partir del promedio de la suma de los coeficientes de metionina y cisteína.

NNP= Nitrógeno No Proteico

CD= Coeficiente de digestibilidad.

ND= No determinado

Tabla 5. Variables productivas en pollos de engorda de 1 a 21 días de edad, consumo de aminoácidos (g/g) y relación arginina:lisina

Dietas	Peso final (g)*	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g/ave)	Índice de conversión (kg:kg)	
Dieta testigo	853 ± 19.34 ^a	815 ± 19.81 ^a	1164 ± 32.28	1.429 ± 0.058 ^b	
DT+8% HCG	830 ± 16.75 ^{ab}	790 ± 17.15 ^{ab}	1166 ± 27.95	1.477 ± 0.050 ^{ab}	
DT+16% HCG	788 ± 16.75 ^b	748 ± 17.15 ^b	1219 ± 27.95	1.634 ± 0.050 ^a	
	Lisina	Metionina + Cisteína	Treonina	Arginina	Relación arginina:lisina
Dieta testigo	17.57 ± 0.41 ^a	11.8 ± 0.14	11.4 ± 0.13	18.27 ± 0.22 ^a	1.04
DT+8% HCG	15.80 ± 0.35 ^b	12.2 ± 0.17	11.5 ± 0.16	16.20 ± 0.23 ^b	1.03
DT+16% HCG	15.15 ± 0.35 ^b	12.15 ± 0.41	11.1 ± 0.37	16.80 ± 0.56 ^{ab}	1.11

DT = Dieta testigo. HCG = Harina de Calamar Gigante. *Peso promedio inicial: 39g ± 0.5. a,b En cada columna, literales distintas indican diferencia estadística (P < 0.05). Media ± Error estándar de la media; n=12



Experimento 2

En la Tabla 6 se muestran las variables productivas, no hubo diferencias en ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión en fase de iniciación. En fase de crecimiento la ganancia de peso fue similar en los tres tratamientos, pero en consumo de alimento la inclusión de 20% fue menor ($P < 0.05$) con respecto al testigo, el índice de conversión fue mejor en los tratamientos con HCG ($P < 0.05$). En fase de finalización no se observaron diferencias entre tratamientos en ninguna de las variables.

Tabla 6. Variables productivas en pollos de engorda alimentados con diferentes porcentajes de harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*)

Tratamiento	Ganancia de peso (g/ave)	Consumo de Alimento (g/ave)	Índice de conversión (kg:kg)
Iniciación (1-10 días)*			
Dieta Testigo (DT)	200 ± 5.90	236 ± 4.97	1.181 ± 0.016
DT + 16% HCG	193 ± 5.90	233 ± 4.97	1.203 ± 0.016
DT + 20% HCG	189 ± 5.90	232 ± 4.97	1.226 ± 0.016
Crecimiento (11-24 días)			
Dieta Testigo (DT)	672 ± 3.40	1089 ± 12.81 ^a	1.634 ± 0.016 ^a
DT + 16% HCG	680 ± 3.45	1048 ± 12.98 ^{ab}	1.542 ± 0.016 ^b
DT + 20% HCG	679 ± 3.45	1031 ± 13.02 ^b	1.518 ± 0.016 ^b
Finalización (25-42 días)			
Dieta Testigo (DT)	992 ± 38.33	2037 ± 49.41	2.061 ± 0.094
DT + 16% HCG	1051 ± 86.81	2261 ± 111.98	2.148 ± 0.213
DT + 20% HCG	841 ± 46.37	1903 ± 59.79	2.272 ± 0.114
Ciclo completo (42 días)			
Dieta Testigo (DT)	1865 ± 53.10	3362 ± 71.63	1.807 ± 0.041
DT + 16% HCG	1792 ± 53.10	3240 ± 71.62	1.809 ± 0.041
DT + 20% HCG	1663 ± 53.10	3121 ± 71.62	1.878 ± 0.041

HCG = Harina de Calamar Gigante. *Peso promedio inicial: 39.5g ± 0.7g. ^{a,b} En cada columna, literales distintas indican diferencia estadística ($P < 0.05$). Media ± Error estándar de la media, n=72

En la Tabla 7 se muestra el rendimiento de la canal caliente a los 42 días de edad que no presentó un efecto por la adición de la HCG. El color de la piel y los valores de luminosidad (L^*) no presentaron diferencias; sin embargo, la inclusión de 16% de HCG la piel presentó un amarillamiento (b^*) menor y mayor para enrojecimiento (a^*) con respecto al testigo ($P < 0.05$). Las hembras presentaron mayor rendimiento de la canal y pigmentación de b^* ($P < 0.05$) comparadas con los machos en 3.59 unidades b^* .



Tabla 7. Amarillamiento cutáneo in vivo y porcentaje de rendimiento de la canal de pollos de engorda alimentados con diferentes porcentajes de harina de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) durante 42 días

Tratamientos	Peso promedio Post-ayuno (kg)	Porcentaje de rendimiento de la canal	Amarillamiento cutáneo		
			b*	a*	L*
Dieta Testigo (DT)	1.788 ± 0.070	73.49 ± 0.44	22.35 ± 0.83 ^a	1.19 ± 0.46 ^b	70.31 ± 0.57
DT + 16% HCG	1.751 ± 0.071	72.88 ± 0.47	19.42 ± 0.83 ^b	2.85 ± 0.46 ^a	69.64 ± 0.57
DT + 20% HCG	1.651 ± 0.069	72.08 ± 0.42	20.58 ± 0.80 ^{ab}	2.66 ± 0.45 ^{ab}	69.26 ± 0.55
Sexo					
Macho	1.802 ± 0.060	72.29 ± 0.38 ^b	18.99 ± 0.70 ^b	2.47 ± 0.39	69.54 ± 0.48
Hembra	1.659 ± 0.054	73.35 ± 0.34 ^a	22.58 ± 0.64 ^a	2.00 ± 0.35	69.94 ± 0.44
Probabilidad					
Tratamiento	0.38	0.23	0.050	0.02	0.51
Sexo	0.32	0.04	0.0004	0.38	0.54
Tratamiento*Sexo	0.54	0.52	0.08	0.23	0.32

HCG= Harina de calamar gigante. b*: amarillamiento; a*: enrojamiento; L*: luminosidad. a,b En cada columna, literales distintas indican diferencia estadística (P<0.05). Media ± Error estándar de la media; n=72.

DISCUSIÓN

Dado que el NNP (ácidos nucleicos, urea, amidas) no posee utilidad en la alimentación de los monogástricos, pues éstos requieren aminoácidos preformados, es importante su determinación para evitar una sobrevaloración de la proteína del ingrediente ([Caravaca et al., 2003](#)). No se encontraron datos del contenido de NNP y proteína verdadera en otras investigaciones con harina de calamar; sin embargo, [Ezquerria et al. \(2007\)](#) mencionan que del total de los compuestos nitrogenados (incluyendo la proteína) encontrados en varias especies de calamares, los elementos no nitrogenados (óxido de trimetilamina y otras aminas, aminoácidos libres y octopina, arginina, glicina, betaína, alanina y nucleótidos) representan el 37%, aunque estos autores no especifican si los valores fueron en calamar fresco o harina, siendo similar a lo reportado por [Maza et al \(2003\)](#), que mencionan que el contenido de NNP es de 39.5% en manto fresco de calamar *Dosidicus gigas*. Estas cifras son mayores al porcentaje obtenido en esta investigación (18.36%) para la misma especie.

La EMAn fue mayor en 6.6% a lo reportado por [Remigio \(2006\)](#) (3151 kcal/kg) utilizando harina de vísceras (68.75% PC) de la misma especie. En comparación con otros ingredientes, supera en 11% a una harina de pescado (3037 kcal/kg y 60.3% PC) y en 44% a la pasta de soya (2346 kcal/kg y 48% PC), pero llega a ser similar al maíz amarillo (3340 kcal/kg) y al sorgo (3263 kcal/kg) ([AMINODat, 2016](#)). Las variaciones entre los resultados podrían relacionarse con la cantidad de proteína total de la HCG, pues los



esqueletos de aminoácidos pueden ser convertidos en derivados de carbohidratos, que aumentan el valor de energía de los ingredientes (Leeson & Summers, 2001).

Los coeficientes de digestibilidad a los 21 días de edad con dietas formuladas en base a los aminoácidos totales mostraron comportamientos similares a los reportados por Carranco (2020) en gallinas de postura, donde no existieron diferencias para el consumo de alimento, pero en ambos trabajos sí se detectó una mayor conversión alimentaria. Al hacer el análisis de los consumos reales de aminoácidos a través de los 21 días de ensayo se observó que el mayor consumo de lisina y arginina fue para el testigo. Sin embargo al realizar el cálculo de la relación arginina:lisina, se encontró que la mayor relación fue para la inclusión de 16% (1:11) y Leeson & Summers (2001) reportan una relación normal de 1:1 a 1.05:1, por lo que la mayor cantidad de arginina pudo haber ocasionado una menor absorción de lisina. Debido a que la lisina se destina casi total para la formación de músculo (Campos *et al.*, 2008), estas observaciones se convierten en factores a considerar para explicar el comportamiento de la variable peso final, pues los 65g de diferencia entre los tratamientos testigo y 16% HCG contribuyeron a la caída en 8.2% de la variable ganancia de peso en este último tratamiento.

Las variables productivas del ciclo completo (42 días) concuerdan con lo reportado por Morales *et al* (2022) que incluyó 1.67, 3.34 y 5.01% de HCG con base en una formulación con aminoácidos totales y que al término del ciclo (49 días) no encontró diferencias para las mismas variables. El rendimiento promedio fue de 72.82% similar a lo sugerido para esta estirpe (71.57%) (Aviagen, 2014). Las hembras tuvieron un mayor rendimiento que los machos, lo que concuerda con datos de otros autores, en donde las hembras presentaron mayores proporciones de pechuga y grasa subcutánea que los machos, pero éstos superaron en proporción a pierna y muslo (Rondelli *et al.*, 2003; López *et al.*, 2011). Dado que la deposición de pigmento puede ser afectada por la disminución del consumo de alimento, se calculó el consumo total de xantofilas amarillas por tratamiento, sin embargo, considerando el pigmento añadido y las cantidades de maíz (luteína y zeaxantina) utilizadas, conforme se aumentó la inclusión de HCG durante las tres fases de estudio, estos consumos no concordaron con el comportamiento presentado en b*, pues la dieta testigo consumió 273.64 mg; con 16% de HCG 297.72 mg y con 20% de HCG 259.05 mg, datos similares con lo reportado por Muñoz *et al* (2012) que observaron unidades b* por encima a lo registrado en machos, esto podría explicarse porque las hembras tienen mayor capacidad para depositar tejido graso. Cabe mencionar que el comportamiento observado en el tratamiento con inclusión 20% de HCG pudo ser debido al efecto de la hembra por la tendencia de la interacción con el sexo. Toyés (2016) enriqueció con astaxantina, 0.05 mg/100 g el huevo de gallina, debido a que determinó cantidades de carotenoides totales de 11.5 mg/100 g en harina seca de vísceras de calamar de los cuales 5.4 mg/100 g fueron de astaxantina, esto a su vez difiere con lo reportado por Ezquerra *et al* (2007) y Aubourg *et al* (2016) quienes en sus estudios sobre extracto de piel de calamar (*Dosidicus gigas*) descartan la presencia de carotenoides y



melaninas en la piel, pero sí encontraron compuestos del tipo omocromos (utilizados por los animales para el camuflaje), también lipofílicos, de los cuales no se encuentra suficiente información disponible.

La evaluación sensorial es un punto importante para los consumidores, ya que pueden dar su punto de vista sobre un alimento(s) calificando atributos como sabor, olor, textura, color, entre otros. Sin embargo, tanto el sabor como el aroma son atributos principales que los consumidores consideran para la aceptación de un alimento (Sánchez & Albarracín, 2010).

Es importante mencionar, en este caso, que la producción, proceso y cocimiento de la carne de pollo, los atributos sensoriales se tienden a desarrollar cambios químicos de azúcares, aminoácidos, oxidación térmica de lípidos y degradación de la tiamina. Pero también existen otros factores que contribuyen a estos cambios sensoriales como son la edad de las aves, la estirpe, alimentación, condiciones ambientales, sistema de crianza, temperatura de escaldado, enfriamiento, etiquetado y almacenamiento (Alltech, 2021). (Padilla, 2010).

Al utilizar fuentes de alimentos no convencionales de origen marino, preocupa el atributo del sabor a pescado que se desarrolla en la carne de pollo. Un ejemplo es un estudio en el cual suplementaron con harina de arenque dietas para pollos con 4, 8 y 12%, en donde estas pequeñas cantidades ejercieron un efecto en el sabor. La carne de las aves alimentadas con 8% de esta harina presentaron sabores desagradables a pescado, a rancio, no fresco, mismos que después de la cocción fueron menos aparentes, pero 24 horas después de refrigerada y reevaluada, los sabores a pescado se incrementaron (Poste, 1990). En esta investigación con carne cocida, ninguno de los jueces refirió sabores ni olores desagradables (a pescado), datos que concuerdan con lo reportado por Morales *et al* (2022) al utilizar harina de calamar en pollos de engorda.

CONCLUSIONES

Se concluye que la HCG puede ser una fuente alterna de proteína en dietas para pollos de engorda, pero más estudios son necesarios realizar.

LITERATURA CITADA

ALLTECH. 2021. (Animal Nutrition, Animal Feed Supplements, Animal Health). Encuesta global sobre alimentos balanceados de Alltech 2021. <http://es.alltech.com/encuesta-global-sobre-alimento-balanceado-de-alltech>

ASSOCIATION of Official Analytical Chemists. 2019. *Official methods of analysis of AOAC International*. 21st Edition. Arlington, VA, USA. ISBN 0-935584-77-3. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>



AMINODat 5.0. Evonik Nutrition and Care GmbH. 2016. Ver 1.02. Animal Nutrition Business Line. www.evonik.com/animal-nutrition

AVIAGEN 2014. Broiler Ross 308: Especificaciones de nutrición. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_Tech_Docs/Ross308BroilerNutritionSpecs2014-ES.pdf

AUBOURG SP, Torres-Arreola W, Trigo M y Ezquerra-Brauer JM. 2016. Partial characterization of jumbo squid skin pigment extract and its antioxidant potential in a marine oil system. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 118: 1293–1304. ISSN: 1438-9312. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500356>

CALVO MC, Carranco JME, Salinas CA, Carrillo DS. 2016. Composición química de harina de calamar gigante *Dosidicus gigas*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 66(1): 74-81. ISSN: 0004-0622. <https://www.alanrevista.org>

CAMPOS A, Salguero S, Albino L, Rostagno H. 2008. Aminoácidos en la nutrición de pollos de engorde: Proteína ideal. III CLANA -Congresso do Colégio Latino - Americano de Nutrição Animal. Cancún, México del 18 al 21 de noviembre. <https://www.researchgate.net/publication/268339668>.

CARAVACA RFP, Castel GJM, Guzmán GJL, Delgado PM, Mena GY, Alcalde AMJ, González RP. 2003. Bases de la producción animal. Ed. Editorial Universidad de Córdoba, Sevilla, España. Pp. 512. Primera edición. ISBN 84-472-0764-1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=320482>

CARRANCO-JÁUREGUI María, Fuente-Martínez Benjamín, Ramírez-Poblano Miriam, Calvo-Carrillo María, Ávila-González Ernesto. 2020. Inclusión de harina de calamar gigante *Dosidicus gigas* como fuente de proteína en dietas para gallinas ponedoras. *Abanico Veterinario*. Enero-Diciembre 2020; 10:1-12. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.14>

CONAFAB. 2021. Innovación, clave para enfrentar los retos de la industria alimentaria. Consejo Nacional de Fabricantes de Alimentos Balanceados y de la Nutrición Animal, A.C. <http://conafab.org/newsletter-septiembre-2021-5>



DE LA CRUZ GF, Beltrán-Morales LF, Zavala CA, Cisneros-Mata M, Aragon-Noriega E, Avilés G. 2011. Análisis socioeconómico de la pesquería de calamar gigante en Guaymas, Sonora. *Economía, Sociedad y Territorio*. (11): 645-666. Versión On-line ISSN 2448-6183 versión impresa ISSN 1405-8421.

<https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/811/1/De%20la%20Cruz%20Gonz%C3%A1lez-FJ.pdf>

DOTTAVIO A, Di Masso, R. 2011. Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *Journal of Basic & Applied Genetics*. 21(12):1-10. ISSN: 1852-6233.

<http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/bag/article/view/44/159>.

EZQUERRA BJM, Díaz AC y Fenucci JL. 2007. “Harina de calamar” En: García GT, Villarreal CH, Fenucci JL. Eds. Manual de ingredientes proteicos y aditivos empleados en la formulación de alimentos balanceados para camarones peneidos. Editorial Universitaria de Mar del Plata, Argentina. Pp. 41-55. ISBN: 978-987-1371-02-0

https://www.cibnor.mx/images/stories/biohelis/pdfs/MANUAL_INGREDIENTES_PROTEICOS.pdf

INCMNSZ. (Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán). 2011. Determinación de perfil de aminoácidos por Métodos internos MME-AA-01, MME-AA-02 y MME-AA-03. No. de Acreditación: A-0099-007/11. Dirección de Nutrición, Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Ciudad de México, México.

<https://www.incmnsz.mx>

JAGGER S, Wiseman J, Cole DJA, Craigon J. 1992. Evaluation of inert markers for the determination of ileal and faecal apparent digestibility values in the pig. *British Journal of Nutrition*. 68(3):729-739. ISSN: 0007-1145 (Impreso), 1475-2662 (En línea).

<https://doi.org/10.1079/BJN19920129>

KUEHL R. 2000. Diseño de experimentos: principios estadísticos de diseño y análisis de investigaciones. Segunda Edición. Estados Unidos, Thomson Learning. ISBN 970-686-048-7. https://www.academia.edu/20386268/Dise%C3%B1o_Robert_Kuehl

LEESON S y Summers JD. 2001. Scott's Nutrition of the Chicken. 4th Ed. Pp. 68. Canada, University Books. ISBN 978-0969560043.

<https://www.iberlibro.com/buscar-libro/titulo/scotts-nutrition-chicken/autor/leeson-summers/>



LEMME A, Ravindran V y Bryden WL. 2004. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poultry Science Association*. 60(4):423–38. ISSN 0043-9339 (Impreso) ISSN 1743-4777 (En línea). <https://doi.org/10.1079/WPS200426>

LÓPEZ KP, Schilling MW y Corzo A. 2011. Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics. *Poultry Science*. 90(5):1105-1111. ISSN 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01154>

MARTÍNEZ GAI. 1996. Evaluación de los valores de pigmentación de la piel en la pechuga de pollo de engorda comparándola con otras regiones anatómicas medidas con un colorímetro de reflectancia. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=UACHBC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=085727>

MAZA S, Rosales M, Castro R. 2003. Efecto de un proceso de lixiviación ácida salina sobre la calidad del surimi de *Dosidicus gigas* “pota”. *Boletín de Investigación del Instituto Tecnológico Pesquero del Perú*. 5:81-88. ISSN 1023-7070. <http://repositorio.itp.gob.pe/handle/ITP/103>

MORALES BJ, Carranco JM, Téllez IG, Sandoval MA, González AM y Carrillo DS. 2022. Gigant squid (*Dosidicus gigas*) meal in chicken diets to enrich meat with n-3 fatty acids. *Animals*. 12:2210. ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani12172210>

MUÑOZ-DÍAZ JI, Fuente-Martínez B, Hernández-Velasco X y Ávila-González E. 2012. Skin pigmentation in broiler chickens fed various levels of metabolizable energy and xanthophylls from *Tagetes erecta*. *Journal Applied Poultry Research*. 21(4): 88–796. ISSN 1056-6171 <https://doi.org/10.3382/japr.2011-00507>

NORMA Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Publicada en el Diario Oficial de la Federación del 18 de junio de 2001. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/nom-062-zoo-1999>

NORMA Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Publicada en el Diario Oficial de la Federación del 16 de julio de 1997. México. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5376424&fecha=18/12/2014



PEDRERO DL, Pangborn RM. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. 1ª. ed. Métodos analíticos. Editorial Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. México. Pp. 251. ISBN: 9684440936 9789684440937.

<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=UACHBC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=006913>

POSTE LM. 1990. A sensory perspective of effect of feeds on flavor in meats: poultry meats. *Journal of Animal Science*. 68:4414-4420. ISSN: 1525-3163.

<https://doi:10.2527/1990.68124414x>

POTTER LM, Matterson LD, Arnold WJ, Pudalkiewicz WJ y Singsen EP. 1960. Studies in evaluating energy content of feeds for the chick: I. The evaluation of the metabolizable energy and productive energy of alpha cellulose. *Poultry Science*. 39:1166-1178. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps.0391166>

REMIGIO ERI. 2006. Energía metabolizable de la harina del subproducto de calamar gigante y su evaluación productiva en reemplazo de la harina de pescado prime en dietas para pollos de carne. Tesis posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=tesispe.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001414>

RONDELLI S, Martinez O y García PT. 2003. Sex effect on productive parameters, carcass and body fat composition of two commercial broilers lines. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 5(3):169-173. ISSN 1516-635X.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179713981002>

SÁNCHEZ IC, Albarracín W. 2010. Análisis sensorial en carne. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 23:227-239. ISSN 0120-0690.

<https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023450012.pdf>

TEJADA de HI. 1992. Control de Calidad y Análisis de Alimentos para Animales. Sistema de Educación Continua en Producción Animal, A.C. México. Pp. 397.

<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IscScript=libroan.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=018059>



TOYES VE, Calderón BAM, Duran EY, Palacios E y Civera CR. 2016. Marine co-product meals as a substitute of fishmeal in diets for white shrimp *Litopenaeus vannamei* improve growth, feed intake and muscle HUFA composition. *Aquaculture Research*. 48(7):3782–3800. ISSN: en línea: 1365-2109. <https://doi.org/10.1111/are.13205>

UNA (Unión Nacional de Avicultores). 2021. Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2021. Editorial UNA. CDMX, México. <https://www.una.org.mx>

WIDYARATNE GP, Drew MD. 2011. Effects of protein level and digestibility on the growth and carcass characteristics of broiler chickens. *Poultry Science*. 90(3):595–603. ISSN: 0032-5791. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01098>

WATERS (Water AccQ-Tag Chemistry Package). 1993. Manual Number WAT052874. Millipore Corporation, Milford, MA, USA. www.waters.com

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>