

HARINA DE CEFALOTÓRAX DE CAMARÓN EN DIETAS DE POLLOS BROILER COBB-500 EN ETAPA INICIAL

REVISTA
ESPAMCIENCIA

SHRIMP CEPHALOTHORAX FLOUR IN BROILER COBB-500 CHICKEN DIETS IN INITIAL STAGE

Santos Falconez, María Celina; Cedeño Alcívar, Diana Carolina; Vera Macías, Lenin Antonio

María Celina Santos Falconez

Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Ecuador

Diana Carolina Cedeño Alcívar

dcedeno@espm.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí

Manuel Félix López, Ecuador

Lenin Antonio Vera Macías

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí

Manuel Félix López, Ecuador

Revista ESPAMCIENCIA

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador

ISSN: 1390-8103

Periodicidad: Semestral

vol. 12, núm. 2, 2021

revista@espm.edu.ec

Recepción: 07 Septiembre 2021

Aprobación: 17 Diciembre 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/527/5274199005/>

DOI: https://doi.org/10.51260/revista_espmciencia.v12i2.245



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la harina de cefalotórax de camarón sobre el comportamiento productivo en pollos broiler Cobb-500 en etapa inicial. Se empleó cefalotórax de camarón para obtener harina con una extracción del 37%, tamaño de partícula de 1,5-3 mm y negativa para Salmonella. A los tratamientos (inclusión de 38, 40 y 42%) de harina de cefalotórax de camarón se le realizó análisis proximal: humedad, fibra, cenizas y proteína. El ensayo biológico se realizó con 45 pollos Broiler Cobb-500, con un día de nacidos, alimentados durante 10 días con los cuatro tratamientos con los niveles de inclusión de harina de cefalotórax de camarón. Se evaluó experimentalmente la conversión alimenticia mediante la ecuación factor de conversión= alimento consumido, en g/ peso pollo vivo, en g. El contenido de humedad (13%), proteína (20%) estuvieron dentro del límite permitido, el contenido de cenizas (5%) y fibra (8%) superaron el límite máximo permitido. El recuento de UFC/g de mesófilos aerobios no superó los límites permitidos (1,2 x 10³) UFC/g de acuerdo con la normativa ecuatoriana. Los tratamientos (inclusión de 38, 40 y 42%) tuvieron efecto sobre la conversión alimenticia de las aves con valores de 1,81; 1,82 y 1,83, respectivamente. Se concluye que la inclusión del 38% de harina de cefalotórax de camarón influye eficientemente en el comportamiento productivo de los pollos broiler Cobb-500.

Palabras clave: Exoesqueleto, inclusión, proteína, alimento balanceado y conversión alimenticia.

Abstract: The objective of this research was to determine the effect of shrimp cephalothorax meal on the productive performance in early stage Cobb-500 broiler chickens. Shrimp cephalothorax was used to obtain flour with an extraction of 37%, particle size of 1.5-3 mm and negative for Salmonella. The treatments (inclusion of 38, 40 and 42%) of shrimp cephalothorax flour underwent proximal analysis: moisture, fiber, ash and protein. The biological test was carried out with 45 Broiler Cobb-500 chickens, one day old, fed for 10 days with the four treatments with the inclusion levels of shrimp cephalothorax meal. The feed conversion was evaluated experimentally by means of the equation conversion factor = consumed feed, in g / weight live chicken, in g. The moisture content (13%), protein (20%) were within the allowed limit,

the ash content (5%) and fiber (8%) exceeded the maximum allowed limit. The count of CFU / g of aerobic mesophiles did not exceed the allowed limits (1.2 x 10³) CFU / g according to the Ecuadorian regulations. The treatments (inclusion of 38, 40 and 42%) had an effect on the feed conversion of the birds with values of 1.81; 1.82 and 1.83, respectively. It is concluded that the inclusion of 38% of shrimp cephalothorax flour efficiently influences the productive behavior of Cobb-500 broiler chickens.

Keywords: Exoskeleton, Inclusion, Protein, Feed and Feed Conversion.

INTRODUCCIÓN

El camarón es uno de los tipos de mariscos más importantes del mundo, representando el 15% del valor de todos los productos pesqueros comercializados a nivel mundial (Mirzah et al., 2020). La producción mundial de camarón es de alrededor de seis millones de toneladas anuales; y aproximadamente el 60% de esta cantidad es colocada en el mercado mundial. La cola del camarón es la parte con utilidad comercial real, en contraparte la cabeza carece de valor económico, representando el cefalotórax entre un 30-48% del peso total (Salas et al., 2015), la cual es eliminada y descartada como desechos sólidos (Gao et al. 2016), lo que genera grandes cantidades de residuos sólidos considerados una fuente potencial de contaminación ambiental, debido a que se descomponen rápidamente en sustancias inorgánicas de difícil degradación (Colindres et al., 2015), provocando malos olores, atracción de vectores y enfermedades (González y Moreno, 2018). Además, estos residuos originan costos adicionales y reducen la rentabilidad del sistema de producción (Fernandes et al., 2013). En Ecuador, el camarón procesado genera el 40% de residuos del peso total, estos residuos son desechados en altamar, puertos marítimos, vertederos de basura, ríos y/o esteros cercanos (Arteaga y Chávez, 2009; Ochoa, 2014). Actualmente el interés de utilizar los recursos naturales de manera beneficiosa para la humanidad, lleva a realizar diversas investigaciones con la posibilidad de aprovechar los desechos de la industria pesquera considerados contaminantes (Pérez et al., 2018).

La harina de residuos de camarón es una opción económicamente recomendable en alimentos formulados para diferentes especies animales, ya que ofrecen atractivas ventajas como: costos bajos para su obtención y transformación a harina; perfil de aminoácidos comparable con la harina de soya o de pescado; contiene una amplia variedad de estimulantes de alimentación o quimio-attractantes; fuente natural de pigmentos, carotenoides y quitina que no son fuente directa de alimentos para el hombre (Espinosa et al., 2015); y pueden ser usados para la obtención de ingredientes de alta calidad nutricia en alimentos, e incluso, para mejorar la composición química de los productos para consumo humano (Toyes, 2016).

Estudios realizados por Salas et al. (2015), Chacón et al. (2016) y Cayambe (2016) demostraron que la harina de cefalotórax de camarón puede emplearse en la alimentación de especies animales, incluyendo gallinas ponedoras, aves de engorde, conejos y cuyes, entre otras, este alimento es fuente excelente de proteínas (45%), minerales (35%), quitina (14-30%) y pigmentos carotenoides (Sowmya et al., 2011). Las dietas de pollos de engorde pueden contener harina de camarón hasta en un 50% en las dietas de inicio y finalización (Mounica et al., 2019). Estudios realizados por Salas et al., (2015); Chacón et al. (2016) demostraron que, con la inclusión del 5, 10 y 15% de harina de camarón generó mejoras en la conversión alimenticia de las aves.

Las consideraciones analizadas permiten fundamentar este estudio, cuyo objetivo fue determinar el efecto de la harina de cefalotórax de camarón sobre el comportamiento productivo de pollos broiler Cobb-500 en etapa inicial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La materia prima para la elaboración de la harina fue receptada en la camaronera DUFER ubicada en el km 8 vía Chone-Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador. La elaboración de la harina se realizó en una planta harinera localizada en el cantón Montecristi, provincia de Manabí.

Los análisis bromatológicos y microbiológicos de la harina se efectuaron en los laboratorios de bromatología y microbiología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López [ESPAM MFL], ubicada en la parroquia Calceta, provincia de Manabí. El ensayo biológico con los pollos broiler Cobb-500 tuvo lugar en el sector El Limón, ubicado en la parroquia Picoazá del cantón Portoviejo, Manabí.

Proceso de elaboración de la harina de cefalotórax de camarón

El cefalotórax de camarón se receptó en una bandeja plástica (40 x 60 x 25 cm), donde se recolectó 40 kg de materia prima con una humedad inicial de 70%. Posteriormente, la materia prima se trasladó hacia la planta de procesamiento mediante la utilización de cuatro coolers (50 x 30 x 30 cm) con hielo seco para mantener la temperatura de transporte menor a 4 °C. A su llegada el material fresco fue depositado inmediatamente en una bandeja plástica para ser lavado con agua potable.

Luego, para reducir la humedad hasta el 40%, el cefalotórax de camarón fue secado al aire en una superficie plástica (1 x 2 m), a una temperatura de 29 °C, durante 48 horas. Finalizado el presecado fue sometido al secado por conducción en un tambor rotatorio (Effort, China) que operó a una temperatura de 80°C durante dos horas. Como resultado de este proceso se obtuvo un producto seco con una humedad promedio del 7% a una temperatura entre 38-40°C.

Posterior al secado, se realizó la molienda en un molino de martillo semiautomático (Effort, China) durante 40 minutos para obtener partículas entre 1,5-3 mm de diámetro usando un juego de tamices enumerados del 10 (2.000 Micron), 35 (500 micras), 60 (250 micrones), 120 (125 micrones), según el tamaño de partículas que deben cumplir las normas para alimentos de pollos broiler en etapa inicial, lo anteriormente mencionado es de acuerdo con lo establecido por Selecciones Avícolas (2017) y Arbor Acres (2018).

El material molido fue almacenado en sacos de polietileno, recolectándose 20,60 kg de harina de cefalotórax de camarón, para un rendimiento aproximado del 36,67%. Esto concuerda con los rendimientos obtenidos por (Velasco et al., 2019), quienes mencionan que el rendimiento de los subproductos del camarón oscila entre 35 y 45% sobre el peso total del camarón.

Formulaciones de los tratamientos con inclusión de harina de cefalotórax de camarón

Los tratamientos consistieron en tres niveles de inclusión de la harina de camarón en la dieta, a razón de 38, 40, 42%. Las dietas fueron formuladas de acuerdo con los requerimientos nutricionales proteicos para pollos de engorde en etapa inicial, el cual se encuentra entre el 18-20% (Cuadro 1), esto de acuerdo con lo establecido por SOLLA S.A (2017). La inclusión de esta materia prima se trabajó como fuente de proteína ideal.

CUADRO 1

Formulaciones de las dietas experimentales usadas para alimentar los pollos broiler Cobb-500 en etapa inicial.

Ingredientes	T1	T2	T3
(%)			
Maíz	62	60	58
Harina de cefalotórax de camarón	38	40	42
Total	100	100	100

La caracterización bromatológica de la harina y los tratamientos se realizó mediante análisis de humedad, fibra, cenizas y proteína, así mismo se efectuó recuento en placa de mesófilos aerobios y presencia de *Salmonella*, estas evaluaciones se realizaron de acuerdo con los procedimientos descritos por la NTE INEN 1829 (2014).

Ensayo biológico con pollos Broiler Cobb-500

Para el ensayo se utilizaron 45 pollos Broiler Cobb-500, con una edad de un día de nacidos, los cuales fueron vacunados con NC-Bron por vía ocular contra las enfermedades de Newcastle y bronquitis infecciosa. Los pollos fueron adquiridos en genética nacional, Ecuador. Los pollos se mantuvieron en un galpón de 3 x 4 m, con paredes de caña y techo con hojas de zinc, esto se realizó de acuerdo con lo experimentado por (González, 2010).

En el día uno los pollos fueron hidratados con agua más electrolito (nutr avan) para pollos en etapa preinicial agregando 2,5 g del producto por cada dos litros de agua, esto según recomendaciones del fabricante del producto, desde el día dos hasta el 10 las aves fueron alimentadas con las dietas formuladas de cada tratamiento (inclusiones de 38, 40 y 42%) de harina de cefalotórax de camarón. Los tratamientos contaron con cinco repeticiones asignadas completamente al azar. El experimento se realizó durante diez días y la variable estudiada fue: conversión alimenticia.

La conversión alimenticia se evaluó con la siguiente ecuación: (Durán, 2004):

$$Fc = \frac{AC}{PPV} \quad [1]$$

En dónde:

Fc = Factor de conversión alimenticia

AC = Alimento consumido, en g

PPV = Peso del pollo vivo, en g

El análisis de varianza (ANOVA) de los resultados obtenidos en el ensayo se realizó por medio de un diseño completamente al azar, utilizando un nivel de confianza del 95%. Se aplicó la prueba de Tukey con el fin de determinar el grado de diferencia entre los tratamientos. Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico Infostat versión 2019.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización bromatológica y análisis microbiológicos de los tratamientos

El contenido de proteína cruda de la harina de cefalotórax de camarón (Cuadro 2) fue similar al registrado por Civera et al. (1996) para la harina de cefalotórax de camarón y se aproxima a otros residuos pesqueros utilizados en alimentación de pollos: *P. planipes*, *P. monodon* y *L. vannamei* (Carranco et al., 2011; Rahman y Koh, 2016). La harina de cefalotórax de camarón aportaría la suficiente cantidad de proteína para satisfacer las necesidades de producción para pollos en etapa inicial, que rondan entre 18-20% (SOLLA S.A, 2017).

En cuanto a la composición de la fibra, la harina de cefalotórax de camarón es mayor que la harina de pescado, sin embargo, la harina de pescado tiene mayor costo representando hasta el 50% de éste (Civera et al., 2000), en contraste la harina de cefalotórax de camarón es una opción económicamente recomendable en alimentos formulados para aves, ya que ofrece atractivas ventajas, incluyendo perfil de aminoácidos comparable con la harina de soya o de pescado y fuente natural de pigmentos carotenoides y quitina (Espinosa et al., 2015).

CUADRO 2
Composición bromatológica de la harina de cefalotórax de camarón, %

Proteína cruda	Fibra cruda	Cenizas
24,90	15,40	12,06

Los resultados de la caracterización bromatológica de los tratamientos de harina de cefalotórax de camarón (inclusión de 38, 40 y 42%) mostraron que los tres tratamientos presentaron diferencias significativas en los parámetros evaluados (Gráfico 1).

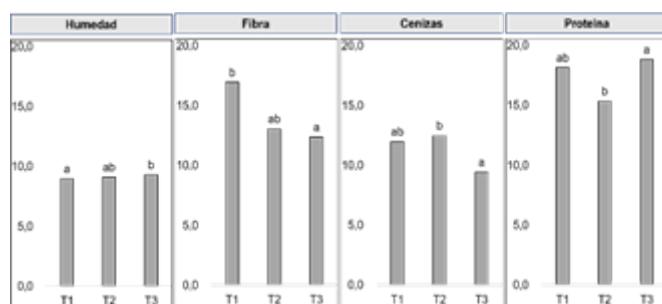


GRÁFICO 1
Composición bromatológica de las dietas experimentales para evaluar
la conversión alimenticia de la harina de cefalotórax de camarón.

Barras corresponden a los promedios del porcentaje de humedad, fibra, cenizas y proteína de los tratamientos ($p<0,05$).

El valor de humedad en los tratamientos se encontró dentro de los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 1829 (2014), la cual establece 13% en alimentos balanceados para animales. Salas et al. (2015) demostraron un contenido de humedad de 11,30% en harina de cefalotórax de camarón en dietas para gallinas ponedoras, este resultado estuvo dentro del valor máximo permitido 14.1%.

El contenido fibra en los tratamientos evaluados estuvo por encima del rango establecido por la NTE INEN 1829 (2014), la cual establece 5%. Los resultados de este estudio concuerdan con los obtenidos por Fanimo et al., (2006) y Mata (2017) quienes han reportado contenidos de 11,38, 12,30 y un rango que va de 10,30 a 24,70% de fibra cruda en harina de cefalotórax de camarón.

El contenido de cenizas en los tratamientos reportó valores por encima límite máximo permitido por la NTE INEN 1829 (2014), la cual establece 8%. El alto contenido de cenizas en la harina de cefalotórax de camarón se atribuye a la presencia de calcio y fósforo en el exoesqueleto de estos crustáceos (Barrientos, 2003; FAO, 2014). Mata (2017) reportó que el contenido de calcio y fósforo en la harina de residuos de camarón (cabeza y cola) varía entre 1,3 a 2,7%, y 5,2 a 11,5% como mínimo y máximo, respectivamente.

El contenido de proteína en los tratamientos presentó valores por debajo del límite máximo permitido por la NTE INEN 1829 (2014), cuyo valor es de 20%.

Estudios realizados por Beski et al. (2015); Tandalla (2011); Torres (2018) demostraron que con el 18% de proteína bruta en harina de cefalotórax de camarón se consiguen resultados satisfactorios en ganancia de peso y conversión alimenticia en pollos de engorde.

Civera et al. (1996) han reportado rangos mucho más amplios que van desde 21,2 a 54,7% Esto puede deberse a la composición de la materia prima para la elaboración de la harina, ya que una mayor proporción de cabezas y camarones enteros generarían como resultado valores más altos de proteína.

El recuento de mesófilos aerobios de los tres tratamientos se encontró en el límite permitido para alimentos de pollos de engorde (1,2 x 103), establecido en la NTE INEN 1829 (2014), indicando que el alimento es apto para consumo de las aves (Cuadro 3).

CUADRO 3
Composición microbiológica de las dietas experimentales para evaluar
la conversión alimenticia de la harina de cefalotórax de camarón.

Harina de cefalotórax de camarón, %	Análisis microbiológicos, UFC/g	
	Salmonella	Mesófilos aerobios
38	Ausencia	3,4 x 102
40	Ausencia	4,1 x 102
42	Ausencia	5,0 x 102

El recuento de *Salmonella* presentó ausencia en los tres tratamientos, lo cual confirma que la materia prima tuvo un buen tratamiento y procesamiento, esto atribuido a la técnica utilizada para el secado (80 °C durante dos horas) contribuyó en la eliminación de este microorganismo patógeno perjudicial para la salud animal (Cuadro 4).

El recuento de *Salmonella* en harina de cefalotórax de camarón en raciones (5, 10 y 15%) para gallinas ponedoras reportó ausencia, esto debido a que la materia prima utilizada tuvo un manejo adecuado, obteniéndose un producto sin contaminación (Salas et al., 2015).

Estudio realizado por Andrade et al. (2007) reportó un recuento de 6 x 105 UFC/g en harina de cabezas de camarón, valor que se encontró dentro de los parámetros permitidos, los autores afirman que los bajos recuentos microbianos se deben al tratamiento que se le realiza al camarón entero con bisulfito sódico y a la congelación a la que son sometidas las cabezas.

Comportamiento productivo de los pollos

El peso vivo inicial y la conversión alimenticia no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, al incluir cantidades crecientes de harina de cefalotórax de camarón. Este mismo efecto se pudo observar en las variables peso vivo final, ganancia diaria y consumo diario (Cuadro 4).

CUADRO 4
Comportamiento de pollos Broiler Cobb-500 de engorde en etapa inicial,
alimentados con harina de cefalotórax de camarón como fuente de proteína

Variable/	
Harina de cefalotórax de camarón, %	Periodo de alimentación (10 días)
38	53,47 ± 1,16
40	53,43 ± 1,16
42	51,28 ± 1,16
Probabilidad	0,3204
Peso vivo final, g	
38	96,72 ± 2,60 a
40	88,61 ± 2,60 ab
42	85,62 ± 2,60 b
Probabilidad	0,0125
Ganancia diaria, g	
38	43,25 ± 1,69 a
40	37,33 ± 1,69 b
42	32,19 ± 1,69 b
Probabilidad	0,0002
Consumo alimento acumulado, g	
38	271,67 ± 12,14
40	270,33 ± 12,14
42	273,00 ± 14,87
Probabilidad	0,9903
Conversión alimenticia	
38	1,81 ± 0,07
40	1,82 ± 0,07
42	1,83 ± 0,07

El peso vivo inicial en gramos no presentó diferencias significativas en las dietas balanceadas, en contraste con el peso vivo final que presentó diferencias significativas, la dieta con 38% de harina de cefalotórax de camarón es estadísticamente diferente al tratamiento de 40 y 42%. Este mismo efecto se pudo observar en la variable ganancia diaria.

El consumo diario de alimento en gramos mostró diferencias significativas y fue ligeramente mayor en la dieta con 42% de proteína a partir de harina de cefalotórax de camarón, seguido por el 40% y el más bajo fue el 38%.

La conversión alimenticia, a pesar de no mostrar diferencias significativas, sí tuvo una respuesta mejorando en la medida que se incluyó el 38% de harina de cefalotórax de camarón. Es decir, que los nutrientes de la dieta 38% fueron mejor aprovechados por el animal para ganar peso, mostrando ventajas de la harina de cefalotórax de camarón. Además, el valor reportado se encuentra en el rango de conversión alimenticia para pollos de engorde 1,80 a 1,90 señalada por Lazo (2016).

Pacheco (2017) afirma que la de harina de cefalotórax de camarón tiene influencia en la conversión alimenticia en los pollos broiler Cobb-500 en etapa inicial, debido a que los pollos aprovechan de manera eficiente los nutrientes del exoesqueleto del camarón, quitina (17-32%), proteína (17-42%), pigmentos (1-14%), y cenizas (12,8-35,9%).

En efecto, la conversión alimenticia se debe a que la harina de cefalotórax de camarón es rica en aminoácidos esenciales (AAs), incluyendo metionina (0,592%), lisina (0,259%), arginina (3,120%), histidina (0,604%), isoleucina (1,174%), leucina (4,551%), fenilalanina (4,751%) y triptófano (0,162%), los cuales posibilitan la reducción del contenido proteico de los alimentos balanceados (incluso de 5%, 10 y 15%), sin afectar el rendimiento de los pollos, sumándose además el beneficio de la reducción en la excreción de nitrógeno al medio ambiente (Campos y Salguero, 2008; Ezquerra et al., 1997; Fanimo et al., 2006; Heu et al., 2003; Salas et al., 2015).

Salas et al., (2015) encontró que la inclusión de harina de cefalotórax de camarón en raciones de 5, 10 y 15% en dietas de gallinas ponedoras obtuvo una conversión alimenticia de 1,79, 1,86 y 1,82, respectivamente. Estudio realizado por Mirzah et al. (2020) demostró un índice de conversión alimenticia de 1,82 mediante la inclusión hasta un 20% de harina de cefalotórax de camarón en la dieta de pollos de engorde.

Estudio realizado por Okoye et al. (2005); Khempaka et al., (2006) demostró que la inclusión del 10% de harina de cefalotórax en la alimentación de pollos de engorde incrementa el peso corporal hasta 600 g/ave (fase inicial) y 1166 g/ave (fase final), este estudio reveló que la harina de cefalotórax de camarón es una valiosa fuente de proteína animal para los pollos.

Además, el aporte de la harina de cefalotórax de camarón en la alimentación de los pollos broiler es de gran utilidad, ya que la mayor proporción de la ración suministrada a las aves está compuesta por granos (maíz, arroz, trigo y sorgo), siendo principalmente fuentes energéticas (Ángeles y Gómez, 2017; Cuca y Ávila, 1978), en contraste, se reportó que la harina de cefalotórax de camarón aporta AAs, proteína (40,67%) de alta calidad, cenizas (27,48%), calcio (9,03%), fósforo (2,66%), fibra cruda (7,12%) y pigmentos (astaxantina 14 a 39 mg/kg) (Chavarría et al., 1996; Rødde et al., 2008; Salas et al., 2015).

CONCLUSIONES

La harina de cefalotórax de camarón es una alternativa viable como fuente proteica en la alimentación de pollos broiler Cobb-500 en etapa inicial, por consiguiente, la inclusión parcial del 38% de harina en su dieta logra una conversión alimenticia de 1,81.

LITERATURA CITADA

- Andrade, R., Chávez, M., y Naar, V. 2007. Evaluación de las etapas de cocción y secado en la obtención de harina de cabezas de camarón de cultivo (*Penaeus sp*). *Dyna*, 74(153):181-186.
- Ángeles, M., y Gómez, S. 2017. Uso de granos de cereales enteros en la Alimentación de aves. Folleto técnico N. 39. Ajuchitlán, Querétaro, México. <https://pdfs.semanticscholar.org/4798/13655e7c039504dc176dcfd6b8daafb3465d.pdf>

- Arbor Acre. 2018. Manual de manejo de pollo de engorde. https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AA-BroilerHandbook2018-ES.pdf
- Arteaga, K., y Chávez, J. 2009. Producción del concentrado proteico del camarón. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10931>
- Barrientos, Z. 2003. Zoología General. <https://editorial.uned.ac.cr/book/U04026>
- Beski, S. S. M., Swick, R. A., y Iji, P. A. 2015. Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal Nutrition*, 1(2), 47-53. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2015.05.005>
- Campos, A., y Salguero, S. 2008. Aminoácidos en la Nutrición de Pollos de Engorde: Proteína Ideal. 17.
- Carranco, M. E., Calvo, C. C., Carrillo, D. S., Ramírez, C. R., Morales, B. E., Sanginés, G. L. y Pérez-Gil, R. F. 2011. Harina de crustáceos en raciones de gallinas ponedoras. Efecto en las variables productivas y evaluación sensorial de huevos almacenados en diferentes condiciones. *Revista cubana de ciencia agrícola*, 45(2):171-175.
- Cayambe, L. S. 2016. Evaluación de la harina de cabezas de camarón y su efecto en la alimentación de cuyes durante la etapa de crecimiento-engorde. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Civera, R. C., Villarreal, H., Goytortúa, E., Rocha, S., Vega, F., Nolasco, H., ... & Camarillo, T. 1996. Uso de la langostilla (*Pleuroncodes planipes*) como fuente de proteína en dietas experimentales para camarón. *Avances en Nutrición Acuícola*. 325-361.
- Civera, R., E. Goytortúa, S. Rocha, H. Nolasco, F. Vega-Villasante, E. Balart, E. Amador, G. Ponce, G. Colado, J. Lucero, C. Rodríguez, J. Solano, A. Flores-Tom, J. Monroy & G. Coral. 2000. Uso de la langostilla roja *Pleuroncodes planipes* en la nutrición de organismos acuáticos. In: R. Civera-Cerecedo, C.J. Pérez-Estrada, D. Ricque-Marie & L.E. Cruz-Suárez (eds.). *Avances en nutrición acuícola IV*. La Paz, B.C.S., pp. 349-365.
- Colindres, E., Mondragón, Y. y Aguilar, S. 2015. Contribución a la mejora del impacto ambiental que producen las industrias camaroneseras, a través de la elaboración de harina de cabeza de camarón. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma de Nicaragua. León, Nicaragua.
- Chacón, A., Salas, C., y Zamora, L. 2016. Harina decefalotórax de camarón en raciones para gallinas ponedoras: efectos en el huevo. *Agronomía mesoamericana*, 27(1), 81-93.
- Chavarria, A., Herrera, C. H., y Zumbado, M. E. 1996. Efecto de la harina decefalotórax de camarón sobre la pigmentación y contenido de colesterol en la yema de huevo. *Reviteca: Revista en Tecnología y Ciencia Alimentaria* 5:34-38, 1996.
- Cuca, G., & Ávila, G. 1978. Fuentes de energía y proteínas para la alimentación de las aves. *Ciencia Vet*, 2:325-358.
- Durán, F. 2004. Manual de explotación de aves en corral. Bogotá, Colombia, CO, Grupo Latino Ltda. 816 p
- Espinosa, L., Silva, A., García, E., y López, L. 2015. Uso de harina de cabeza de camarón como reemplazo proteico de harina de pescado en dietas balanceadas para juveniles de *Totoaba macdonaldi* (Gilbert, 1890). *Latin american journal of aquatic research*, 43(3):457-465. <https://dx.doi.org/10.3856/vol43-issue3-fulltext-7>
- Ezquerra, J. M., García-Carreño, F. L., Civera, R., y Haard, N. F. 1997. PH-stat method to predict protein digestibility in white shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, 157(3):251-262. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(97\)00058-6](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(97)00058-6)
- Fanimo, A. O., Susenbeth, A., & Südekum, K.-H. 2006. Protein utilisation, lysine bioavailability and nutrient digestibility of shrimp meal in growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 129(3), 196-209. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.12.018>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2014. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación. <http://www.fao.org/3/ab492s/AB492S01.htm> (Consultada el 10 de febrero 2020).
- Fernandes, T. M., Silva, J. A. D., Silva, A. H. A. D., Cavalheiro, J. M. D. O., & Conceição, M. L. D. 2013. Flour production from shrimp by-products and sensory evaluation of flour-based products. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(8), 962-967.

- Gao, X., Yan, P., Wang, J., Liu, X., & Yu, J. 2016. Utilization of Shrimp By-Products by Bioconversion with Medical Fungi for Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitor and Antioxidant. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25(5):694-707. <https://doi.org/10.1080/10498850.2014.919550>
- González, M., & Moreno, E. 2018. Evaluación del aprovechamiento de cabeza y cutícula de camarón *Litopenaeus Vannamei* generados en la empresa CAMANICA Zona Franca S.A., Chinandega, Nicaragua. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- González, U. P. 2010. Revista 16 de Abril. Revista estudiantil de las Ciencias Médicas de Cuba. Editorial Ciencias Medicas. <http://www.16deabril.sld.cu/rev/219/articulo2.html>
- Heu, M.-S., Kim, J.-S., & Shahidi, F. 2003. Components and nutritional quality of shrimp processing by-products. *Food Chemistry*, 82(2):235-242. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00519-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00519-8)
- Khempaka, S., Mochizuki, M., Koh, K., & Karasawa, Y. 2006. Effect of Chitin in Shrimp Meal on Growth Performance and Digestibility in Growing Broilers. *Journal of Poultry Science*, 43:339-343. <https://doi.org/10.2141/jpsa.43.339>
- Lazo, J. 2016. Evaluación de la conversión alimenticia en pollos Broiler mediante la inclusión de harinas de origen animal como proteína base. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Mata, L. 2017. Tabla de Composición de Materias Primas Usadas en Alimentos para Animales: <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/29824>
- Mirzah, M., Fitrah, E., y Choirul, A. 2020. Effect of the Substitution the Fish Meal with Shrimp Head Waste Fermented in Diet on Broiler Performance. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 478(1):012076).
- Mounica N., Ramana J., Rao D. Srinivasa, Suresh J., y Kavitha P. 2019. Evaluación química y digestibilidad de nutrientes de la harina de desecho de camarón en pollos de engorde. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 36(4), 2231-6744. 10.5958 / 2231-6744.2019.00064.1
- NTE INEN [Norma Técnica Ecuatoriana]. 1829. 2014. Alimentos zootécnicos compuesto para pollos de engorde. Requisitos. Quito, Ecuador.
- Ochoa, A. 2014. Propuesta para la elaboración y comercialización de sopa instantánea a partir del extracto de harina de cabezas de camarón. Tesis de pregrado. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Okoye, F. C., Ojewola, G. S., y Njoku-Onu, K. 2005. Evaluation of Shrimp Waste Meal as a Probable Animal Protein Source for Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science*, 4(7): 458-461. <https://doi.org/10.3923/ijps.2005.458.461>
- Pacheco, J. 2017. Elaboración de cubos concentrados para caldo Aprovechando el cefalotórax de camarón (*Cryphiopt caementarius*). Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa, Perú.
- Pérez, I. C., Curbelo, C., Cobeña, M. V., & Molina, D. I. 2018. Método alternativo para la desacetilación de la quitina. Universidad Ciencia y Tecnología, (02): 8-8.
- Rahman, M., y Koh, K. 2015. Effect of shrimp meal made of heads of black tiger (*Penaeus monodon*) and white leg (*Litopenaeus vannamei*) shrimps on growth performance in broilers. *The Journal of Poultry Science*, 0150008.
- Rødde, R. H., Einbu, A., y Vårum, K. M. 2008. A seasonal study of the chemical composition and chitin quality of shrimp shells obtained from northern shrimp (*Pandalus borealis*). *Carbohydrate Polymers*, 71(3): 388-393. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.06.006>
- Salas, C., Chacón-Villalobos, A., y Zamora-Sánchez, L. 2015. La harina de cefalotórax de camarón en raciones para gallinas ponedoras. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2):333. <https://doi.org/10.15517/am.v26i2.19327>
- Selecciones Avícolas. 2017. Importancia de la calidad de las patas de los broilers. <https://seleccionesavicolas.com/avicultura/2017/10/importancia-calidad-de-patas-de-los-broilers>
- SOLLA S.A. 2017. Manual de manejo para pollo de engorde. <https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/manual-pollo-de-engorde-solla-2018.pdf>

- Sowmya, R.; Rathinaraj, K. y Sachindra, N. M. 2011. An autolytic process for recovery of antioxidant activity rich carotenoprotein from shrimp heads. *Mar. Biotechnol.* 13 (5):918-927. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10126-010-9353-4>.
- Tandalla, R. 2011. Evaluación de diferentes niveles de proteína bruta y lisina en dietas para pollos parrilleros. Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Torres, D. 2018. Exigencias nutricionales de proteína bruta y energía metabolizable para pollos de engorde. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 106-113. <https://doi.org/10.22490/21456453.2052>
- Toyes, E. 2016. Aprovechamiento de subproductos marinos para la alimentación de camarón de cultivo y gallinas ponederas. Tesis de doctorado. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México.
- Velasco, J., Díaz, G., Ramírez, R. y Pérez, L. 2019. Producción de quitosano a partir de desechos de camarón generados del procesamiento industrial. *Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos*. 4(1):897-901