

## Efecto de la adición de lisofosfolípidos en la dieta sobre los parámetros productivos en pollos de engorde COBB 500

### Effect of the addition of lysophospholipids in the diet on productive parameters in broilers COBB 500

Ernesto Antonio Hurtado<sup>1</sup>, Fátima Graciela Arteaga Chávez<sup>1</sup>,  
Gustavo Adolfo Campozano Marcillo<sup>1</sup>, Stalin Rodolfo Andrade Moreira<sup>1</sup>,  
Gladys Marleny Cedeño Loor<sup>1</sup>

#### RESUMEN

En los últimos tiempos ha cobrado relevancia el uso de los lisofosfolípidos (LFL) en la industria avícola por la acción emulsificante. Por ello, se llevó a cabo un experimento para evaluar los LFL incorporados en la dieta de pollos COBB 500 en tres fases de crecimiento sobre la respuesta productiva. La fuente de los LFL utilizada fue la contenida en el Lipidol®. Se utilizaron 288 pollos de 1-42 días de edad en un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 4x3, siendo el factor A cuatro niveles de lipidol (0, 0.50, 0.75, 1.0 kg/t de alimento) y el factor B tres periodos de utilización (1-7; 1-15 y 1-21 días). Se evaluó el peso semanal acumulado (PSA), ganancia diaria de peso (GDP), consumo de

<sup>1</sup> Carrera Pecuaria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, Ecuador

<sup>2</sup> E-mail: [ernestohurta@gmail.com](mailto:ernestohurta@gmail.com); [ernesto.hurtado@espam.edu.ec](mailto:ernesto.hurtado@espam.edu.ec)

Fuente de Financiamiento: Coordinación General de Investigación de la ESPAM-MFL

Recibido: 14 de julio de 2021

Aceptado para publicación: 1 de marzo de 2022

Publicado: 27 de abril de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

alimento semanal (CAS) y conversión alimenticia (CA). Los niveles de inclusión y periodos de utilización (PU) de los LFL mejoraron el PSA, GDP y CAS ( $p < 0.01$ ); sin embargo, los PU no afectaron la CA. Se concluye que los parámetros productivos de los pollos COBB 500 mejoran con niveles entre 0.75 y 1.0 kg/t de alimento a excepción de la CA.

**Palabras clave:** lecitinas, conversión alimenticia, consumo de alimentos, ganancia de peso, emulsificantes

## ABSTRACT

In recent times, the use of lysophospholipids (LFL) in the poultry industry has become relevant due to their emulsifying action. For this reason, an experiment was carried out to evaluate the LFL incorporated in the diet of COBB 500 chickens in three growth phases on the productive response. The LFL source used was the one contained in Lipidol®. A total of 288 chickens aged 1-42 days were used in a completely randomized design with a 4x3 factorial arrangement, with factor A being four levels of Lipidol (0, 0.50, 0.75, 1.0 kg/t of feed) and factor B being three periods of use (1-7; 1-15, 1-21 days). Accumulated weekly weight (AWW), daily weight gain (DWG), weekly feed consumption (WFC) and feed conversion (FC) were evaluated. The inclusion levels and periods of use (PU) of the LFLs improved AWW, DWG and WFC ( $p < 0.01$ ); however, PUs did not affect FC. It is concluded that the productive parameters of COBB 500 chickens improve with levels between 0.75 and 1.0 kg/t of feed, except for FC.

**Key words:** lecithins, feed conversion, feed consumption, weight gain, emulsifiers

## INTRODUCCIÓN

El reciente aumento en el precio de los piensos ha impulsado la investigación científica para encontrar una estrategia eficaz para reducir el costo del alimento sin comprometer el rendimiento y la salud de los animales (Upadhaya *et al.*, 2019). Asimismo, se han desarrollado prácticas de alimentación para las aves de corral que incluyen una mayor precisión en el suministro de nutrientes para un rendimiento de crecimiento óptimo, así como reducción en los costos de alimentación y exceso de nutrientes asociados con el impacto ambiental (Amer *et al.*, 2018; Gouda *et al.*, 2020; Omar *et al.*, 2020).

El uso de una fuente de energía adicional en las dietas para pollos de engorde representada en suplementos de grasas y acei-

te es una práctica común en la industria avícola (Metwally *et al.*, 2020). No obstante, la literatura reporta que los pollitos carecen de las enzimas necesarias para una digestión eficaz que mejora con la edad ante un incremento de la energía metabólica de los lípidos en las aves de corral de 1.5 a 3.5 semanas de edad (Melegy *et al.*, 2010).

La herramienta dietética más conveniente son los lisofosfolípidos (LFL), un potenciador de la absorción, que puede aumentar la emulsificación y absorción de grasas en el intestino y permitir la remodelación de las dietas al menor costo sin dañar el rendimiento de las aves de corral (Moftakharzadeh *et al.*, 2017; Valentim *et al.*, 2020). Además, la ingesta de lípidos es esencial, no sólo para satisfacer las necesidades energéticas, sino también para cubrir los requisitos de ácidos grasos esenciales, y mejorar la

palatabilidad de las raciones y la digestibilidad de otros nutrientes (Valentim *et al.*, 2020).

Joshi *et al.* (2006) manifiestan que los emulsionantes podrían desempeñar un papel clave en la formación de micelas y que los LFL son tensioactivos naturales de la lecitina de soja hidrolizada. Las funciones combinadas de emulsificación y modificación de las membranas celulares hacen que LFL sea un aditivo alimentario óptimo para mejorar el transporte y la absorción de nutrientes, lo que conduce a una mayor digestibilidad de los nutrientes (Chen *et al.*, 2019). Asimismo, los LFL provocan cambios en el epitelio intestinal con el potencial de mejorar la salud y el rendimiento intestinal en general (Brautigam *et al.*, 2017). Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar los LFL incorporados en la dieta en varias fases de crecimiento y su efecto en los parámetros productivos de pollos COBB 500.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el galpón ubicado en el sitio Pavón de la parroquia Ricaurte, cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador. La fase experimental se desarrolló entre noviembre y diciembre de 2020. Se utilizaron 288 pollos de engorde, machos, de un día de edad, de la línea Cobb-Vantress 500. Las aves se alojaron en el galpón experimental de 50 m<sup>2</sup>, con piso y paredes de caña guadua y techo de lona, durante un periodo de 42 días. El alimento fue elaborado conforme los requerimientos de las aves de acuerdo con su edad y estadio, aplicando técnicas apropiadas de fabricación acordes a las recomendaciones de los manuales de producción de pollos BB Cobb 500 (Cobb-Vantres, 2018).

El día de la recepción y por cuatro días se suministró a los pollitos agua potabilizada con vitaminas más electrolitos, además del alimento balanceado inicial. Asimismo, se registró el peso inicial en una balanza digital Camry Gramera ( $\pm 0.02$  g). El alimento fue

suministrado *ad libitum* en la primera semana, dos veces al día (06:00 y 18:00 h) entre la segunda y cuarta semana y solo se proporcionó el alimento a las 18:00 h en la quinta y sexta semana, levantando los comederos a las 06:00 para evitar el estrés calórico.

Las aves fueron vacunadas el día 1 y 10 de edad contra la enfermedad de Newcastle y el día 1 y 14 contra la enfermedad de Gumboro. A nivel de incubadora se aplicó contra la bronquitis infecciosa. La fuente de lisofosfolípidos utilizada fue la contenida en el Lipidol® (Pintaluba S.A. y Pathway Intermediates Ltd.), lecitina hidrolizada obtenida por la hidrólisis de los fosfolípidos por medio de la fosfolipasa A2 (Pintaluba, 2013).

El estudio se organizó bajo un Diseño Completamente Aleatorizado con arreglo de tratamientos factorial 4x3 (cuatro niveles de adición de lipidol: 0, 0.50, 0.75 y 1.0 kg/t de alimento y tres periodos de utilización: 1-7; 1-15 y 1-21 días). La combinación de los factores resultó en 12 tratamientos, con tres repeticiones de 24 aves cada uno. Las variables productivas evaluadas fueron el peso inicial (g), peso semanal (g), ganancia diaria de peso (g), consumo de alimento semanal acumulado (g) y conversión alimenticia (kg alimento consumido / kg de carne).

Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza, utilizando el paquete de software Statistix 10. Previamente se comprobó la normalidad de los errores y la homogeneidad de varianza a través de las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Las diferencias en los efectos principales o interacción fueron analizadas mediante la prueba de Tukey al nivel de  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Peso Corporal

El periodo de utilización del Lipidol no influyó en el peso corporal de las aves duran-

Cuadro 1. Efecto de la adición de lisofosfolípidos (LFL) en la dieta sobre el peso corporal (g) de pollos de engorde COBB 500 en las primeras tres semanas de vida

Nivel de LFL	Semana 1	Semana 2	Semana 3
1.0	196.40 ± 3.12 <sup>a</sup>	551.23 ± 0.25 <sup>a</sup>	937.61 ± 8.91 <sup>a</sup>
0.75	187.73 ± 3.49 <sup>a</sup>	551.82 ± 0.29 <sup>ab</sup>	937.82 ± 10.35 <sup>a</sup>
0.5	186.21 ± 2.99 <sup>a</sup>	552.21 ± 0.25 <sup>b</sup>	934.13 ± 8.87 <sup>a</sup>
0.0	172.53 ± 2.86 <sup>b</sup>	540.46 ± 0.24 <sup>c</sup>	857.70 ± 8.49 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Letras diferentes dentro de columnas difieren estadísticamente (Tukey  $p < 0.05$ )

Cuadro 2. Efecto de la adición y tiempo de suministro de lisofosfolípidos (LFL) sobre el peso semanal acumulado (g) en pollos COBB 500

	Peso
Adición LFL	<0.0001
1.0	2956.8 ± 1.45 <sup>a</sup>
0.75	2858.7 ± 1.69 <sup>a</sup>
0.5	2842.5 ± 1.45 <sup>b</sup>
0.0	2837.6 ± 1.39 <sup>c</sup>
Periodo (días) de utilización	$p = 0.0062$
0-21	2877.3 ± 1.23 <sup>a</sup>
0-14	2872.9 ± 1.19 <sup>b</sup>
0-7	2871.6 ± 1.26 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup> Letras diferentes dentro de cada factor difieren estadísticamente (Prueba de Tukey  $p < 0.05$ )

te las primeras tres semanas; sin embargo, se encontró una respuesta significativa con los niveles de adición de LFL ( $p < 0.05$ ) al incrementar el peso corporal de las aves en comparación con la dieta sin adición (Cuadro 1).

Estos resultados son muy similares a los reportados por Chen *et al.* (2019) quienes concluyen que la suplementación con 0.025%

de LFL a dietas bajas en energía y 0.075% a dietas normales mejoró el crecimiento, e incluso el rendimiento de la canal. Por otra parte, Boontiam *et al.* (2019) indican que la suplementación de LFL de al menos 0.10% en dietas con cantidades bajas de energía, proteína cruda y aminoácidos principales mejora el rendimiento de crecimiento, digestibilidad de nutrientes y disponibilidad de glucosa, sin toxicidad para la función hepática de los pollos de engorde. Igualmente, Wealleans *et al.* (2020) reportan que la lisolecitina mejoró la digestibilidad y los valores energéticos del alimento en pollos de engorde jóvenes.

### Peso Semanal Acumulado

El peso semanal acumulado fue afectado por la inclusión de LFL ( $p < 0.01$ ) y por los periodos de utilización de LFL ( $p < 0.01$ ). La adición de los LFL en niveles superiores al 0.75 kg/t mejoró los pesos semanales con respecto al nivel control (0 kg/t) (Cuadro 2). En tal sentido, Viñado *et al.* (2020) reportan que la lecitina de soja se puede incluir, en combinación con o en reemplazo del aceite de soja, como una fuente de energía alternativa para las dietas de engorde (hasta 1%); además, los LFL se pueden agregar a la formulación del alimento para disminuir el uso de grasa dietética agregada costosa o para maximizar el rendimiento del crecimiento (Haetinger *et al.*, 2021). No obstante, Shahid *et al.* (2021) concluyen que la suplementación

Cuadro 3. Efecto de la adición y tiempo de suministro de lisofosfolípidos (LFL) sobre la ganancia diaria de peso (g) en pollos COBB 500

	Ganancia diaria de peso
Adición LFL	<0.0001
1.0	69.39 ± 0.04 <sup>a</sup>
0.75	67.05 ± 0.04 <sup>b</sup>
0.5	66.67 ± 0.03 <sup>c</sup>
0.0	66.55 ± 0.03 <sup>c</sup>
Periodo (días) de utilización	p=0.0082
0-21	67.49 ± 0.03 <sup>a</sup>
0-14	67.39 ± 0.03 <sup>b</sup>
0-7	67.36 ± 0.03 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup> Letras diferentes dentro de cada factor difieren estadísticamente (Prueba de Tukey  $p < 0.05$ )

natural con emulsionantes exógenos en las dietas no mostró resultados positivos sobre el rendimiento del crecimiento durante la fase de engorde.

Cuadro 4. Efecto de la adición y tiempo de suministro de lisofosfolípidos (LFL) sobre consumo de alimento semanal acumulado (g) en pollos COBB 500

	Consumo de alimento semanal acumulado (g)
Adición LFL	<0.0001
1.0	5559.9 ± 14.5 <sup>a</sup>
0.75	5496.5 ± 16.8 <sup>b</sup>
0.5	5310.1 ± 14.4 <sup>c</sup>
0.0	4844.3 ± 13.8 <sup>d</sup>
Periodo (días) de utilización	<0.0001
0-21	5355.5 ± 12.0 <sup>a</sup>
0-14	5282.9 ± 12.0 <sup>b</sup>
0-7	5269.6 ± 12.0 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup> Letras diferentes dentro de cada factor difieren estadísticamente (Prueba de Tukey  $p < 0.05$ )

Por otra parte, se observa que el periodo de utilización entre 0-7 alcanzó el menor valor promedio (Cuadro 2). En este sentido, Upadhaya *et al.* (2019) mencionan que las aves jóvenes tienen limitaciones fisiológicas para absorber grasa debido al bajo nivel de producción de lipasa natural y una baja tasa de producción de sales biliares, lo que conduce a una mayor necesidad de fuentes de energía.

### Ganancia Diaria de Peso (GDP)

El Cuadro 3 presenta el efecto de la adición de LFL y de los periodos de inclusión de LFL ( $p < 0.01$ ) en la GDP. Al respecto, la inclusión de 0.75 y 1.0 kg/t resultó en mayores GDP con relación al grupo control, siendo el nivel de 1.0 kg/t el nivel que obtuvo la mayor ganancia de peso. Shahid *et al.* (2021) reportaron resultados similares con emulsionantes exógenos en pollos Ross-308; sin embargo, Zampiga *et al.* (2016) no observaron diferencias significativas en la GDP cuando se usaba un emulsionante con una inclusión constante de 1 kg/t.

Mientras tanto, para el periodo de utilización de los LFL, la mejor ganancia de peso ( $67.39 \pm 0.03$  g/d) ocurrió en el lapso de 0-21 días ( $p < 0.05$ ). Estos resultados están asociados a los argumentos reportados por Upadhaya *et al.* (2017), quienes manifiestan que los pollos de engorde durante la fase de inicio tienen limitaciones para la digestibilidad de las grasas. No obstante, Bontempo *et al.* (2020) reportan que la ganancia de peso mejora con la inclusión de emulsionantes en la dieta.

### Consumo de Alimento

El consumo de alimento semanal fue afectado por la adición y periodos de utilización de los LFL ( $p < 0.01$ ), con la tendencia al incremento a medida que los niveles de adición eran mayores y el periodo de utilización era más prolongado (Cuadro 4). Es relevante que el consumo con adición 1.0 kg/t supera al nivel control (0.0 kg/t) en 12.87%, lo cual también afectó el valor de conversión alimenticia.

Cuadro 5. Efecto de la adición y períodos de utilización de los lisofosfolípidos (LFL) sobre la conversión alimenticia ajustada (kg/kg) en pollos COBB 500

Factores	Conversión alimenticia ajustada
Adición LFL	<0.0001
1.0	1.59 ± 0.02 <sup>a</sup>
0.75	1.44 ± 0.02 <sup>b</sup>
0.5	1.34 ± 0.02 <sup>c</sup>
0.0	1.07 ± 0.01 <sup>d</sup>
Periodo de utilización	p=0.5161
0-21	1.38 ± 0.01 <sup>a</sup>
0-14	1.38 ± 0.01 <sup>a</sup>
0-7	1.32 ± 0.01 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> Letras diferentes dentro de la columna para el factor de estudio difieren estadísticamente (p<0.05)

Zaeferian *et al.* (2015) utilizaron 3.5 kg/t de LFL, obteniendo un aumento significativo en el consumo de alimento, lo cual puede ser debido por efecto de la palatabilidad de los LFL (Cho *et al.*, 2012). Por otro lado, Aguilar *et al.* (2013) no encontraron un efecto significativo en la ingesta de alimento.

### Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia se afecta con el aumento de los niveles de adición de los LFL (p<0.01), mientras que no fue afectada por el periodo de utilización (Cuadro 5). Zampiga *et al.* (2016) observaron una conversión alimenticia mejorada cuando se utilizaron emulsionantes exógenos, aunque Thornhill (2020) y Shahid *et al.* (2020) reportan un efecto nulo en pollos de engorde, este último durante el período de 0-10 días. Al mismo tiempo, Zavareie y Toghyani (2018) obtienen una baja tasa de conversión de alimento utilizando una dieta basal + aceite de soja + 2 g/kg de fosfolípido.

El efecto no significativo de los períodos de utilización en la conversión alimenticia fue similar al reportado por Viñado *et al.* (2019) al utilizar lecitina de soja cruda como fuente de energía. En forma similar, con la sustitución parcial o total de aceite de soja y ácidos grasos de soja acidulados por lecitina de soja en dietas de maíz y soja (Arce-Menocal *et al.* (2019).

### CONCLUSIONES

- El peso corporal, ganancia diaria de peso y consumo de alimento mejoraron significativamente cuando se agregaron los lisofosfolípidos (LFL) a las dietas de pollos de engorde pollos COBB 500.
- La conversión alimenticia no fue afectada por los períodos de utilización de los LFL.

### LITERATURA CITADA

1. **Aguilar YM, Becerra JC, Bertot RR, Peláez JC, Liu G, Hurtado CB. 2013.** Growth performance, carcass traits and lipid profile of broiler chicks fed with an exogenous emulsifier and increasing levels of energy provided by palm oil. *J Food Agric Environ* 11: 629-633.
2. **Amer SA, Omar AE, Mohamed WA, Gharib HS, El-Eraky WA. 2018.** Impact of betaine supplementation on the growth performance, tonic immobility, and some blood chemistry of broiler chickens fed normal and low energy diets during natural summer stress. *Zagazig Vet J* 46: 37-50. doi: 10.21608/ZVJZ.-2018.7622
3. **Arce-Menocal, J, Cortes-Cuevas A, López-Coello C, Pérez-Castro JG, González-De los Santos LC, Herrera-Camacho J, Avila-González E. 2019.** Performance response of broiler chickens to the replacement of soybean oil and acidulated fatty acids by lecithin in the diet. *Trop Subtrop Agroecosystems* 22: 531-536.

4. **Bontempo V, Comi M, Jiang XR, Rebucci R, Caprarulo V, Giromini C, et al. 2018.** Evaluation of a synthetic emulsifier product supplementation on broiler chicks. *Anim Feed Sci Tech* 240: 157-164. doi: 10.1016/j.anifeedsci.-2018.04.010
5. **Boontiam W, Hyun YK, Jung B, Kim YY. 2019.** Effects of lysophospholipid supplementation to reduced energy, crude protein, and amino acid diets on growth performance, nutrient digestibility, and blood profiles in broiler chickens. *Poultry Sci* 98: 6693-6701. doi: 10.3382/ps/pex005
6. **Brautigan DL, Li R, Kubicka E, Turner SD, Garcia JS, Weintraut ML, Wong EA. 2017.** Lysolecithin as feed additive enhances collagen expression and villus length in the jejunum of broiler chickens. *Poultry Sci* 96: 2889-2898. doi: 10.3382/ps/pex078
7. **Chen C, Jung B, Kim WK. 2019.** Effects of lysophospholipid on growth performance, carcass yield, intestinal development, and bone quality in broilers. *Poultry Sci* 98: 3902-3913. doi: 10.3382/ps/pez111
8. **Cho J, Zhao PY, Kim IH. 2012.** Effects of emulsifier and multi-enzyme in different energy density diet on growth performance, blood profiles and relative organ weight in broiler chickens. *J Agr Sci* 4: 161-168.
9. **Cobb-Vantres. 2018.** Broiler Cobb-500. Broiler performance & nutrition supplement. [Internet]. Available in: <https://www.cobb-vantress.com/assets/5a88f2e793/Broiler-Performance-Nutrition-Supplement.pdf>
10. **Gouda A, Amer SA, Gabr S, Tolba SA. 2020.** Effect of dietary supplemental ascorbic acid and folic acid on the growth performance, redox status, and immune status of broiler chickens under heat stress. *Trop Anim Health Pro* 52: 2987-2996. doi: 10.1007/s11250-020-02316-4
11. **Haetinger VS, Dalmoro YK, Godoy GL, Lang MB, de Souza OF, Aristimunha P, Stefanello C. 2021.** Optimizing cost, growth performance, and nutrient absorption with a bio-emulsifier based on lysophospholipids for broiler chickens. *Poultry Sci* 100: 101025. doi: 10.1016/j.psj.2021.101025.
12. **Joshi A, Paratkar SG, Thorat BN. 2006.** Modification of lecithin by physical, chemical and enzymatic methods. *Eur J Lipid Sci Tech* 108: 363-373. doi: 10.1002/ejlt.200600016
13. **Melegy T, Khaled NF, El-Bana R, Abdellatif H. 2010.** Dietary fortification of a natural biosurfactant, lysolecithin in broiler. *Afr J Agric Res* 5: 2886-2892.
14. **Metwally AE, Abdel-Wareth AAA, Saleh AA. 2020.** Are the energy matrix values of the different feed additives in broiler chicken diets could be summed? *BMC Vet Res* 16: 391. doi: 10.1186/s12917-020-02600-3
15. **Moftakharzadeh SA, Moravej H, Shivazad M. 2017.** Effect of using the Matrix Values for NSP-degrading enzymes on performance, water intake, litter moisture and jejunal digesta viscosity of broilers fed barley-based diet. *Acta Sci* 39: 65-72. doi: 10.4025/actascianimsci.v39i1.33070
16. **Omar AE, Al-Khalafah HS, Mohamed WAM, Gharib HSA, Osman A, Al-Gabri NA, Amer SA. 2020.** Effects of phenolic-rich onion (*Allium cepa* L) extract on the growth performance, behavior, intestinal histology, amino acid digestibility, antioxidant activity, and the immune status of broiler chickens. *Front Vet Sci* 7: 728. doi: 10.3389/fvets.2020.-582612
17. **Pintaluba A. 2013.** Lipidol. Poultry.com, avicultura para profesionales. [Internet]. Disponible en: <http://avicultura.poultry.com/productos/andres-pintaluba-s.a./lipidol-lisofosfolipidos-mejora-digestibilidad-avicultura-nutricion>

18. **Shahid I, Sharif M, Yousaf M, Ahmad F, Anwar U, Ali A, Hussain M, et al. 2020.** Emulsifier supplementation response in ross 308 broilers at 1-10 days. *Braz J Poult Sci* 22: 1-6. doi: 10.1590/1806-9061-2020-1301
19. **Shahid I, Sharif M, Yousaf M, Ahmad F, Virk MR, Bilal MQ, Anwar U, et al. 2021.** Effect of exogenous emulsifier (lyso-phospholipid) supplementation in the broiler diet, on the feed intake and growth performance during grower phase. *Braz J Poult Sci* 23: 1-8. doi: 10.1590/1806-9061-2020-1354
20. **Thornhill A. 2020.** Evaluation of a lysophospholipid using two oils on performance, carcass composition and organ characteristics of broilers. MSc Thesis. South Africa: Stellenbosch University. 82 p.
21. **Upadhaya SD, Park JW, Park JH, Kim IH. 2017.** Efficacy of 1, 3-diacylglycerol as a fat emulsifier in low-density diet for broilers. *Poultry Sci* 96: 1672-1678. doi: 10.3382/ps/pew425
22. **Upadhaya SD, Yun KS, Zhao PY, Lee IS, Kim IH. 2019.** Emulsifier as a feed additive in poultry and pigs-a review. *Anim Nutr Feed Techn* 19: 323-336. doi:10.5958/0974-181X.2019.00030.1
23. **Valentim JK, Garcia RG, Pietramale R, Velarde J, Barbosa D, de Castilho VA, Przybulinski B, et al. 2020.** Aditivos emulsificantes em dietas de aves de produção. *Res Soc Develop* 9: e176932567.
24. **Viñado A, Castillejos L, Rodriguez-Sanchez R, Barroeta AC. 2019.** Crude soybean lecithin as alternative energy source for broiler chicken diets. *Poultry Sci* 98: 5601-5612. doi: 10.3382/ps/pez318
25. **Viñado A, Castillejos L, Barroeta AC. 2020.** Soybean lecithin as an alternative energy source for grower and finisher broiler chickens: impact on performance, fatty acid digestibility, gut health, and abdominal fat saturation degree. *Poultry Sci* 99: 5653-5662. doi: 10.1016/j.psj.2020.06.050
26. **Wealleans AL, Buyse J, Scholey D, Van Campenhout L, Burton E, Di Benedetto M, Pritchard S, et al. 2020.** Lysolecithin, but not lecithin, improves nutrient digestibility and growth rates in young broilers. *Brit Poultry Sci* 61: 414-423. doi: 10.1080/00071668.2020.1736514
27. **Zampiga M, Meluzzi A, Sirri F. 2016.** Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. *Ital J Anim Sci* 15: 521-528. doi: 10.1080/1828051X.2016.1192965
28. **Zavareie HN, Toghiani M. 2018.** Effect of dietary phospholipids on performance, intestinal morphology and fat digestibility in broiler chicks. *Livest Sci* 9: 107-115.