



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2023; 13:1-10. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2023.25>
Nota de Investigación. Recibido:24/11/2022. Aceptado:13/12/2023. Publicado:30/12/2023. Clave: e2022-76.
<https://www.youtube.com/watch?v=tUztdNlaMjw>

Ácido linoleico conjugado y aceite de freiduría sobre la reproducción de ovejas en trópico mexicano

Conjugated linoleic acid and frying on reproductive and productive activity of ewes in tropical México



Vicente-Martínez Jorge^{*ID}, Pinos-Rodríguez Juan^{**ID}, Estrada-Coates Alejandro^{ID},
De-Gasperin-López Isaac^{ID}, Contreras-Hernández Gustavo^{ID}

Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México. *Autor responsable: Vicente-Martínez Jorge. **Autor de correspondencia: Pinos-Rodríguez Juan. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Av. Miguel Ángel de Quevedo s/n. Colonia Unidad Veracruzana CP. 91710, Veracruz, Veracruz, México. E-mail: jvicente@uv.mx, jpinos@uv.mx, aestrada@uv.mx, idegasperin@uv.mx, guscontreras@uv.mx

RESUMEN

El uso de aceites vegetales ha demostrado mejorar las condiciones productivas y reproductivas en ovejas, aunque los efectos dependen del tipo de ácido graso suplementado. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del ácido linoleico conjugado y aceite vegetal de freiduría de pescado en la actividad reproductiva y productiva de ovejas en el trópico mexicano. Se utilizaron 33 ovejas multíparas Katahdin x East Friesian, las cuales fueron asignadas aleatoriamente a tres dietas integrales con: 3% aceite vegetal (testigo); 2% aceite vegetal + 1% ácido linoleico conjugado; 3% aceite vegetal reciclado de freiduría de pescado. El periodo de evaluación fue dos semanas previas a la sincronización del estro y hasta los 60 días postparto. En las ovejas se registraron el peso vivo y las características reproductivas, y en los corderos se registró el peso vivo. Los resultados indicaron efectos benéficos de la suplementación con ácido linoleico conjugado al mejorar la actividad reproductiva de las ovejas (menor número de servicios por concepción y mayor prontitud en estros postparto); sin embargo, los corderos de madres que consumieron el aceite vegetal de freiduría de pescado tuvieron las mejores ganancias diarias de peso. Se concluye que la actividad reproductiva de las ovejas mejoró por la suplementación con ácido linoleico conjugado, mientras que el desarrollo de la progenie fue beneficiado con el aceite vegetal de freiduría de pescado.

Palabras clave: aceite vegetal reciclado, ácido linoleico conjugado, corderos, destete, preñez.

ABSTRACT

The use of vegetable oils has improved the productive and reproductive conditions in sheep, although the beneficial effects depend on the type of fatty acid supplemented. The objective of this study was to evaluate the effects of conjugated linoleic acid and recycled vegetable oil used in seafood deep-frying on the reproductive and productive activity of sheep in tropical México. Thirty-three Katahdin x East Friesian ewes were randomly assigned to one of three diets with: 3% vegetable oil (control); 2% vegetable oil + 1% conjugated linoleic acid; or 3% recycled vegetable oil used in seafood deep-frying. The trial lasted from two weeks prior to estrus synchronization to 60 d after partum. Body weight and reproductive characteristics were recorded in ewes and body weight in lambs. The results indicated beneficial effects of



conjugated linoleic acid supplementation on reproductive activity (conception rate and resumption of reproductive activity); however, lambs of dams fed recycled vegetable oil used in seafood deep-frying had the best daily weight gains. Therefore, the reproductive activity was improved with conjugated linoleic acid supplementation in dams, while the growth performance of the progeny was enhanced with recycled vegetable oil used in seafood deep-frying.

Keywords: conjugate linoleic acid, lambs, pregnancy, recycled vegetable oil, weaning.

INTRODUCCIÓN

En el sur-sureste de México, la ovinocultura es reducida en comparación con la producción de bovinos, cerdos y aves, a pesar de que la carne de ovino tiene una demanda importante para barbacoa en los mercados locales y nacionales (Bobadilla-Soto *et al.*, 2021). En esta región tropical, los sistemas de producción ovina son en su mayoría extensivos y la alimentación de las ovejas se basa en el aprovechamiento de zacates con característica nutritivas muy dispersas, lo que ocasiona que en ciertas épocas del año se haga uso de suplementos que complementen los requerimientos de las ovejas reproductoras durante el empadre, gestación y lactancia (Torres-Fajardo *et al.*, 2020). La suplementación con aceites vegetales es de uso común en la alimentación de rumiantes por su contenido elevado en energía y sus efectos benéficos en la producción, aunque estos compuestos son los menos entendidos biológicamente y por tanto los más estudiados en los últimos años (Toral *et al.*, 2018). Los aceites de freiduría son mezcla de aceites vegetales, resultado del freído de alimentos por tiempos prolongados y temperaturas elevadas con contenido altos en ácidos grasos libres y oxidados que pueden afectar negativamente la digestibilidad de la fibra, aunque existe una aparente inconsistencia en esta afectación que podría deberse a los tipos de grasas utilizadas en ovinos (Behan *et al.*, 2019). Con respecto al ácido linoleico conjugado (CLA), su uso en rumiantes es controversial por reducir la grasa de la leche en vacas (Granados-Rivera & Hernández-Mendo, 2018) y ovejas cuando se usa una dosis diaria de 15 g/animal (Hussein *et al.*, 2013). Sin embargo, cuando CLA es utilizado durante la gestación de ovejas, mejora sus características reproductivas posparto y el crecimiento de los corderos al destete (Vicente-Pérez *et al.*, 2021). La utilización de aceites y grasas suplementarias en la alimentación de ovejas preñadas y el efecto en su actividad reproductiva y en el crecimiento de sus corderos ha sido poco estudiado en el trópico mexicano con resultados variables atribuidos en especial al grado de saturación de los ácidos grasos evaluados (Herrera-Camacho *et al.*, 2008; Meza-Villalvazo *et al.*, 2018). De esta forma, evaluar la adición de ácidos grasos para influir en los procesos fisiológicos, en especial en aquellos relacionados con producción y reproducción bajo condiciones tropicales, donde la disponibilidad y calidad de alimentos es limitada, permite generar recomendaciones pertinentes en la alimentación y suplementación estratégica bajo estas condiciones ambientales. Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo comparar el efecto de adicionar en la dieta, aceite



vegetal, aceite vegetal+ácido linoleico conjugado, y aceite vegetal de freiduría de pescado sobre características productivas y reproductivas de ovejas y sus crías en el trópico mexicano.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la posta zootécnica “Torreón del Molino” de la Universidad Veracruzana, ubicado en el municipio de Veracruz, México, con coordenadas 19°10'11.3" N y 96.12°10'11.3" O, a 15 msnm, temperatura anual promedio de 26°C y humedad relativa del 48%. El procedimiento que se siguió en el manejo de los animales cumplió con la [NOM-061-ZOO-1999](#), Especificaciones zoonutricionales de los productos alimenticios para consumo animal y fue aprobado con Folio No. 06/22 por el Comité de Bioética y Bienestar Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana.

Animales, alojamiento y tratamientos experimentales

Se utilizaron 33 ovejas de segundo parto no gestantes cruce de Katahdin y East Friesian, 34 ±2 meses de edad y peso vivo promedio de 38 ±3 kg, las cuales alojadas en corraletas individuales de 2.0 x 2.5 m con piso de arena y equipados con bebederos y comederos. Las corraletas estaban bajo techo con ventilación natural. Las ovejas fueron asignadas aleatoriamente a tres dietas integrales (Tabla 1): testigo con 3% aceite vegetal mixto; con 2% aceite vegetal mixto y 1% ácido linoleico conjugado; y con 3% aceite vegetal reciclado de freiduría de pescado. Las dietas fueron formuladas de acuerdo al NRC (1982) y se determinó su contenido de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido ([AOAC, 2019](#)). La energía metabolizable fue calculada con los valores de tablas del [NRC \(1995\)](#).

Tabla 1. Ingredientes y composición química de las dietas experimentales (% base seca)

Ingrediente	Dietas experimentales ¹		
	Aceite vegetal	Aceite vegetal+CLA	Aceite de freiduría
Heno de pangola (<i>Digitaria decumbens</i>)	65.0	65.0	65.0
Maíz molido	19.0	19.0	19.0
Pasta de soya (48% proteína cruda)	12.0	12.0	12.0
Núcleo minerales y vitaminas	1.0	1.0	1.0
Aceite vegetal (AV)	3.0	2.0	
Lutrell® Pure (CLA)		1.0	
Aceite vegetal de freiduría de pescado (AFP)			3.0
Composición nutrimental			
Proteína cruda	12.1	12.0	11.9
Fibra detergente neutro	44.3	43.9	44.5
Fibra detergente ácida	23.5	23.1	24.0
Cenizas	10.9	11.2	11.0
Extracto etéreo	6.7	6.8	6.5
Energía metabolizable, Mcal/kg	1.97	1.99	1.94

¹Aceite vegetal mixto de girasol, maíz y soya; CLA, Lutrell® Pure (BASF, Ludwigshafen, Germany; ácidos grasos isómeros trans-10 cis-12 and cis-9 trans-11 de linoleico conjugado encapsulado, insoluble y resistente a la biohidrogenación ruminal); aceite vegetal mixto de descarte de la freiduría de peces marinos a temperaturas de 230-250 °C.



La dieta de las ovejas consistió en ofrecerla a libre acceso con un rechazo diario del 3%, ofertando la mitad en la mañana (08:00 h) y la mitad por la tarde (17:00 h). Además, las ovejas diariamente tuvieron libre acceso a agua fresca. Las ovejas consumieron las dietas experimentales desde dos semanas previas a la sincronización de estros (CIDR y eCG) y hasta los 60 días postparto.

Evaluación de la actividad productiva

En las ovejas, el consumo de alimento y los rechazos fueron medidos durante una semana previa a la fecha probable de parto de las ovejas. El peso vivo de las ovejas se registró al inicio del estudio, cuatro semanas antes del parto y al destete de sus corderos, con lo que se calculó el cambio de peso vivo. En los corderos se registró el peso al nacimiento y a los 30 y 60 d de edad, con lo que se calculó la ganancia diaria de peso.

Evaluación de la actividad reproductiva

A los trece días posteriores de la colocación del CIDR, éste se retiró y se inició con la detección visual de celos con ayuda de machos. Las hembras en celo, se inseminaron un día después con semen de Dorper. El diagnóstico de preñez se realizó por ultrasonido con sonda transrectal a los 30 días posteriores a la inseminación. Los parámetros reproductivos evaluados fueron tasa de gestación, índice de prolificidad, número de servicios por concepción, días estro postparto y días estro posdestete hasta los 80 d y 20 días posteriores al destete.

Análisis estadístico

Los datos experimentales fueron analizados como un diseño completamente al azar, con la función MIXED, donde el tratamiento fue el componente fijo y la oveja el componente aleatorio en el modelo. Las medidas reproductivas fueron analizadas con estadística no paramétrica con CATMODE. Las medias numéricas fueron comparadas con la función LSMEANS, ambas funciones fueron ejecutadas mediante el paquete estadístico [SAS \(2021\)](#).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desempeño productivo de las ovejas

El consumo de materia seca en las ovejas no fue afectado por el tipo de aceite adicionado a la dieta. De igual forma, el peso vivo y cambio de peso de las ovejas fue similar cuando fueron suplementadas con aceite vegetal, ácido linoleico conjugado (CLA) o aceite de freiduría (Tabla 2). El efecto del CLA o aceites vegetales modificados en el consumo de alimentos y peso vivo de ovejas reproductoras es nulo, tal y como ha sido previamente evidenciado en estudios previos con ovejas de pelo similar donde las



dietas experimentales son balanceadas para tener niveles similares de aceite, así como concentraciones similares de energía y proteína (Vicente-Pérez *et al.*, 2021).

Tabla 2. Características productivas de las ovejas alimentadas con las dietas experimentales

Variable	Dietas experimentales			EEM
	Aceite vegetal	Aceite vegetal + CLA	Aceite de freiduría	
Consumo de materia seca, kg/d	0.81	0.79	0.83	0.15
Peso vivo, kg				
Inicio (14 d preinseminación)	35.4	34.9	36.0	1.62
Día de inseminación	36.8	36.4	37.5	1.84
150 d posinseminación	53.2	52.4	54.2	1.99
Día de parto	48.2	47.6	49.2	2.18
Destete (60 d posparto)	42.4	41.5	43.1	2.01
Cambio de peso, g/d				
Inicio a 150 d post inseminación	+108.5	+106.7	+110.9	5.91
Parto al destete	-96.6	-101.6	-101.6	5.18

EEM: error estándar de la media.

Desempeño reproductivo de las ovejas

Las hembras alimentadas con aceite de freiduría requirieron un mayor número de servicios para la concepción ($P \leq 0.05$). Por su parte, las ovejas alimentadas con CLA presentaron estros posparto y posdestete con mayor prontitud ($P \leq 0.05$) que las alimentadas con aceite de freiduría. La tasa de gestación y el índice de prolificidad no fue alterado por las dietas experimentales (Tabla 3). La tasa de gestación y el índice de prolificidad no fueron afectados por la fuente de aceite vegetal utilizado. La mejoría de características reproductivas por efecto del CLA han sido previamente confirmadas en estudios con ovejas de pelo (Vicente-Pérez *et al.*, 2021) y los beneficios encontrados son incrementos en el desarrollo folicular posparto, diámetro del folículo ovulatorio, concentraciones de progesterona durante la fase lútea y calidad ovocitaria y embrionaria (Herrera-Camacho *et al.*, 2008; Meza-Villalvazo *et al.*, 2018). Los mecanismos propuestos son enfocados en que CLA reemplaza el precursor del ácido araquidónico en la fracción fosfolipídica de la célula lo que disminuye la producción y secreción uterina de prostaglandina F₂α e incrementa las concentraciones de progesterona, contribuyendo así a una mayor longevidad del cuerpo lúteo y mejorar la implantación y supervivencia del embrión (Roszkow *et al.*, 2020); otro mecanismo propuesto es que CLA incrementa concentraciones del factor de crecimiento similar a la insulina tipo 1 (IGF-1), el cual su vez aumenta los niveles de estradiol y LH, y por tanto promueve el desarrollo folicular (De Veth *et al.*, 2009).



Tabla 3. Características reproductivas de ovejas alimentadas con las dietas experimentales

Variable	Dietas experimentales			EEM
	Aceite vegetal	Aceite vegetal +CLA	Aceite de freiduría	
Servicios por concepción, n	1.1 ^b	1.2 ^b	1.5 ^a	0.12
Estro posparto, d	41.4 ^a	37.5 ^b	42.7 ^a	1.35
Estro posdesdete, d	4.1 ^b	1.9 ^c	6.2 ^a	0.51
Tasa de gestación, %	100	100	100	1.12
Índice de prolificidad	1.1	1.0	1.2	0.75
Partos gemelares, n	1.0	0	2.0	0.92

EEM: error estándar de la media.

^{a,b,c} Medias con diferentes literales en superíndice en hilera, son diferentes ($P \leq 0.05$).

Desarrollo de la progenie

El peso vivo de los corderos de madres alimentados con los aceites vegetales fue similar (Tabla 4). Estos resultados coinciden con los de [Vicente-Pérez et al. \(2021\)](#) quienes suplementaron ovejas durante la gestación con ácidos grasos poliinsaturados n-6 y no encontraron diferencias en el peso vivo de corderos de parto simple antes del destete. Sin embargo, la ganancia total y las ganancias diarias de peso en los corderos si fueron modificadas ($P \leq 0.05$) por la fuente de aceite utilizada en las dietas experimentales. Los corderos de madres que consumieron la dieta con aceite de freiduría tuvieron las mayores ($P \leq 0.05$) ganancias de peso totales y diarias en comparación con los corderos de madres que consumieron las dietas testigo y CLA.

Tabla 4. Peso vivo de los corderos de ovejas alimentadas con las dietas experimentales

Variable	Dietas experimentales			EEM
	Aceite vegetal	Aceite vegetal +CLA	Aceite de freiduría	
Peso vivo, kg				
Al nacimiento	3.9	3.7	3.5	0.54
A 28 d	11.3	11.2	11.5	0.44
A 60 d	14.9	14.6	15.8	0.46
Ganancia total, kg	11.0 ^b	10.9 ^b	12.3 ^a	0.51
Cambio de peso, g/d				
0 – 30 d	246.7 ^b	250.0 ^b	266.7 ^a	5.99
30 d – 60 d	120.0 ^b	113.3 ^b	143.3 ^a	4.81
0 – 60 d	183.3 ^b	181.7 ^b	205.0 ^a	4.45

EEM: error estándar de la media.

^{a,b} Medias con diferentes literales en superíndice en hilera, son diferentes ($P \leq 0.05$).

Estos efectos benéficos del aceite de freiduría pueden deberse a que el proceso de cocción de alimentos incorporó, al aceite reciclado, ácidos grasos de las especies marinas procesadas, las cuales contienen cantidades superiores de ácidos grasos poliinsaturados n-3 EPA (ácido eicosapentaenoico) y DHA (ácido docosahexaenoico)



en comparación con los aceites vegetales que son ricos en n-6 como el CLA (Moallem, 2018). La adición de suplementos con alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados n-3 en la dieta de la madre podrían modificar procesos fisiológicos de la progenie como la expresión de genes (Rosa-Velazquez *et al.*, 2020), el metabolismo de energía (Coleman *et al.*, 2019) y mejorar la calidad del calostro en las ovejas y la inmunidad en los corderos (Averós *et al.*, 2022). En efecto, la suplementación materna con ácidos grasos poliinsaturados omega-3 incrementó en ovejas el desarrollo de su progenie y disminuyó la sensibilidad a la insulina, lo cual fue asociado a un aumento de RvD1 (mediador lipídico con acción antiinflamatoria) al nacimiento. Estos resultados sugieren que corderos nacidos de madres que consumieron omega-3 durante el último tercio de gestación podrían tener la capacidad de lidiar mejor con procesos inflamatorios prolongados (perjudiciales), pudiendo usar esa energía extra para su desarrollo (Rosa-Velazquez *et al.*, 2021; Rosa-Velazquez *et al.*, 2022).

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente trabajo son indicativos de los efectos benéficos por la adición de aceites vegetales previos al empadre, en especial el beneficio en la actividad reproductiva de las ovejas por consecuencia de la suplementación con CLA y del crecimiento de la progenie por suplementación con aceite vegetal de freiduría de pescado. Por lo anterior, este trabajo provee información novedosa sobre el efecto de la adición de estos nutrientes al final de la gestación sobre el desempeño de la madre, así como el crecimiento de la progenie.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al PRODEP-SEP por el apoyo financiero del Fortalecimiento del Cuerpo Académico UV-CA-382 “Nutrición y Alimentación Animal”.

CONFLICTO DE INTERES

Todos los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

LITERATURA CITADA

AOAC. 2019 Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International. 21st Edition, AOAC, Washington DC.

<https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>



AVERÓS X, Granado-Tajada I, Arranz J, Beltrán de Heredia I, González L, Ruiz R, García-Rodríguez A, Atxaerandio R. 2022. Pre-partum supplementation with polyunsaturated fatty acids on colostrum characteristics and lamb immunity and behavior after a mild post-weaning aversive handling period. *Animals* 12:1780. ISSN: 2076-2615.

<https://doi.org/10.3390/ani12141780>

BEHAN AA, Loh TC, Fakurazi S, Kaka U, Kaka A, Samsudin AA. 2019. Effects of supplementation of rumen protected fats on rumen ecology and digestibility of nutrients in sheep. *Animals*. 30:9(7):400. ISSN:2076-2615.

<https://doi.org/10.3390/ani9070400>

BOBADILLA-SOTO EE, Ochoa-Ambriz F, Perea-Peña M. 2021. Lamb production and consumption dynamic in Mexico from 1970 to 2019. *Agronomy Mesoamerican*. 32(3):963-982. ISSN:2215-3608.

<https://doi.org/10.15517/am.v32i3.44473>

COLEMAN DN, Carranza Martin AC, Jin Y, Lee K, Relling AE. 2019. Prepartum fatty acid supplementation in sheep. IV. Effect of calcium salts with eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid in the maternal and finishing diet on lamb liver and adipose tissue during the lamb finishing period. *Journal of Animal Science*. 97(7):3071-3088. ISSN:1525-3163.

<https://doi.org/10.1093/jas/skz154>

DE VETH MJ, Bauman DE, Koch W, Mann GE, Pfeiffer AM, Butler WR. 2009. Efficacy of conjugated linoleic acid for improving reproduction: A multi-study analysis in early-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 92:2662–2669. ISSN:0022-0302.

<https://doi.org/10.3168/jds.2008-1845>

GRANADOS-RIVERA LD, Hernández-Mendo O. 2018. Síndrome de depresión de grasa láctea provocado por el isómero trans-10, cis-12 del ácido linoleico conjugado en vacas lactantes. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 9(3):536-554. ISSN:2448-6698.

<https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4337>

HERRERA-CAMACHO J, Aké-López JR, Ku-Vera JC, Williams GL, Quintal-Franco JA. 2008. Ovulatory response and embryo quality and development in superovulated Pelibuey ewes supplemented with polyunsaturated fatty acids in the diet. *Técnica Pecuaria en México*. 46(2):107-117. ISSN:2248-6698.

<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1817>



HUSSEIN M, Harvatine KH, Weerasinghe WM, Sinclair LA, Bauman DE. 2013. Conjugated linoleic acid-induced milk fat depression in lactating ewes is accompanied by reduced expression of mammary genes involved in lipid synthesis. *Journal of Dairy Science*. 96(6):3825-3834. ISSN:0022-0302.

<http://doi.org/10.3168/jds.2013-6576>

MEZA-VILLALVAZO VM, Magaña-Sevilla H, Rojas-Marquez CA, Sandoval-Castro C, Trejo-Cordova A. 2018. Corn oil enhances progesterone and estradiol plasma levels in tropical hair sheep. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 5(15):583-589. ISSN:2007-901X.

<https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1511>

MOALLEM U. 2018. Invited review: Roles of dietary n-3 fatty acids in performance, milk fat composition, and reproductive and immune systems in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 101(10):8641-8661. ISSN:0022-0302.

<https://doi.org/10.3168/jds.2018-14772>

NRC 1985. National Research Council Requirements of Sheep. 6th revised edition, Subcommittee on Sheep Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture, Nation Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.

<https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/f/6685/files/2015/09/NRC-Sheep-1985-1m52js8.pdf>

NOM (Norma Oficial Mexicana, NOM-061-ZOO-1999). Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal. México.

<https://www.gob.mx/senasica/documentos/nom-061-zoo-1999>

ROSZKOZ R, Tóth T, Mézes M. 2020. Review: Practical use of n-3 fatty acids to improve reproduction parameters in the context of modern sow nutrition. *Animals*. 10(7):1141. ISSN:2076-2615.

<https://doi.org/10.3390/ani10071141>

ROSA-VELAZQUEZ M, Batistel F, Pinos Rodriguez JP, Relling AE. 2020. Effects of maternal dietary omega-3 polyunsaturated fatty acids and methionine during late gestation on fetal growth, DNA methylation, and mRNA relative expression of genes associated with the inflammatory response, lipid metabolism and DNA methylation in placenta and offspring's liver in sheep. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 11(1):111. ISSN:2049-1891.

<https://doi.org/10.1186/s40104-020-00513-7>



ROSA-VELAZQUEZ M, Jaborek JR, Pinos-Rodriguez JM, Relling AE. 2021. Maternal supply of fatty acids during late gestation on offspring's growth, metabolism, and carcass characteristics in sheep. *Animals*. 11(3):719. ISSN:2076-2615.

<http://doi.org/10.3390/ani11030719>

ROSA-VELAZQUEZ M, Pinos-Rodriguez JM, Parker AJ, Relling AE. 2022. Maternal supply of a source of omega-3 fatty acids and methionine during late gestation on the offspring's growth, metabolism, carcass characteristic, and liver's mRNA expression in sheep. *Journal of Animal Science*. 100(4):skac032. ISSN:1525-3163.

<http://doi.org/10.1093/jas/skac032>

SAS On Demand for Academics Dashboard. 2021. SAS Institute Inc. North Carolina State University

<https://welcome.oda.sas.com/home>

TORAL PG, Monahan FJ, Hervás G, Frutos P, Moloney AP. 2018. Review: Modulating ruminal lipid metabolism to improve the fatty acid composition of meat and milk. Challenges and opportunities. *Animal*. 12(Supplement 2):s272-s281. ISSN:1751-7311.

<https://doi.org/10.1017/S1751731118001994>

TORRES-FAJARDO R, Cardozo-Herrán M, Cámara-Sarmiento R, Sandoval-Castro C, Torres-Acosta J, González-Pech P. 2020. Can the energetic supplementation of ewes influence the behavioral performance of their newborn lambs? *Revista Ciencia y Agricultura*. 17(2):32-38. ISSN:2539-0899

<https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n2.2020.10790>

VICENTE-PÉREZ R, Macías-Cruz U, Avendaño-Reyes L, García-Flores EO, Martínez-Martínez R, Montañez-Valdez OD, Reyes-Gutiérrez JA, Chay-Canul AJ, Alfonso J, Crosby-Galván MM. 2021. Polyunsaturated fatty acid supplementation during breeding in nulliparous Katahdin ewes: reproductive efficiency and pre-weaning growth in lambs. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 12(2):586-597. ISSN:2448-6698.

<https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5540>

Errata Erratum

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