

## Causas y factores de riesgo asociados con la mortalidad predestete de corderos en Colima-México

### Causes and risk factors associated with pre-weaning lamb mortality in Colima, Mexico

Miguel García-Pérez<sup>1</sup>, Rafael Macedo-Barragán<sup>1,3</sup>, Luis García-Márquez<sup>1</sup>,  
Mauricio Valencia-Posadas<sup>2</sup>, Victalina Arredondo-Ruiz<sup>1</sup>, César García-Casillas<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo de estudiar las causas y factores de riesgo asociados a la mortalidad predestete en sistemas de producción de corderos bajo sistemas extensivos y semi-extensivos en un municipio de la región costera del estado de Colima, México. La mortalidad se evaluó mediante necropsia y la información sobre el número de parto y la condición corporal de la oveja antes del parto, el tamaño de la camada, el sexo, la raza y el peso del cordero se registró en el momento del parto. El análisis estadístico se hizo mediante la prueba de independencia de Chi-cuadrado y por medio de la Regresión Logística por pasos. La tasa global de mortalidad predestete fue de 27.9%. El número de corderos nacidos y muertos fue de 875 y 244, respectivamente, donde 88.1% de la mortalidad ocurrió durante las primeras 48 horas del nacimiento por el síndrome de inanición-exposición. La mortalidad predestete se asoció significativamente ( $p < 0.05$ ) con el hato, la condición corporal de la oveja al parto y con el peso al nacimiento y la raza del cordero. Los corderos que pesaron menos de 2 kg al nacer (OR = 8.30) tuvieron ocho veces más probabilidades de morir que los corderos más pesados y los corderos nacidos de ovejas con una condición corporal menor a dos al parir tuvieron más probabilidades de morir que aquellos nacidos de una oveja con mayor condición corporal (OR = 3.02).

**Palabras clave:** peso al nacimiento, condición corporal, raza, sistema de producción extensivo, inanición

<sup>1</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima, Colima, México

<sup>2</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México

<sup>3</sup> E-mail: [macedo@uacol.mx](mailto:macedo@uacol.mx)

Recibido: 26 de noviembre de 2020

Aceptado para publicación: 14 de mayo de 2021

Publicado: 24 de agosto de 2021

©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

## ABSTRACT

The study evaluated the causes and risk factors associated with pre-weaning mortality in extensive and semi-extensive lamb production systems in a municipality in the coastal region of the state of Colima, Mexico. Mortality was assessed by necropsy and information on the number of births and the body condition of the ewe before lambing, litter size, sex, breed and weight of the lamb was recorded at the time of lambing. Statistical analysis was done using the Chi-square test of independence and by means of stepwise Logistic Regression. The overall pre-weaning mortality rate was 27.9%. The number of lambs born and dead was 875 and 244, respectively, where 88.1% of the mortality occurred during the first 48 hours of birth due to starvation-exposure syndrome. Pre-weaning mortality was significantly associated ( $p < 0.05$ ) with the flock, body condition of the ewe at parturition and with the lamb's weight at birth and breed. Lambs that weighed less than 2 kg at birth were eight times more likely to die than heavier lambs (OR = 8.30) and lambs born to ewes with a body condition of less than two at lambing were more likely to die than those born of a sheep with higher body condition (OR = 3.02).

**Key words:** birth weight, body condition, breed, extensive production system, starvation

## INTRODUCCIÓN

En México, la producción de ovinos tropicales se realiza principalmente en sistemas de producción semi-extensivos y extensivos. La base de la alimentación animal en los primeros es el pastoreo de pastizales nativos y cultivados, así como con residuos de cultivos, existiendo una oferta limitada de suplementos. En los sistemas extensivos, la alimentación de los animales se basa exclusivamente en los pastizales sin recibir algún tipo de suplemento, el pastoreo se realiza sin control y no se considera la carga animal ni la disponibilidad de forraje (Vázquez-García, 2013; Muñoz-Orsorio *et al.*, 2016).

Uno de los problemas que más limita y amenaza la viabilidad económica de los sistemas de producción ovina lo constituye la mortalidad neonatal de los corderos. La tasa de mortalidad neonatal puede llegar hasta el 28% en los sistemas de producción intensivos (Mellado *et al.*, 2016) y más del 30% en los sistemas extensivos (Macedo *et al.*, 2010), siendo además una situación inaceptable desde el punto de vista del bienestar animal (Dwyer, 2008).

De acuerdo con Macedo *et al.* (2010), la mortalidad en el estado de Colima se asocia significativamente con el sistema de producción y en donde, el síndrome de inanición-exposición y los traumatismos constituyeron la principal causa de las pérdidas neonatales. Por otra parte, se observa una relación entre la mortalidad neonatal y otros factores predisponentes como el sexo, el peso al nacimiento y la raza del cordero, así como la condición corporal y el número de parto de la oveja, aspectos que aún no han sido ampliamente estudiados. Debido a esto, el presente estudio tuvo como objetivo estudiar los factores de riesgo asociados con la mortalidad neonatal en corderos criados en sistemas extensivos y semi-extensivos en Tecomán, Colima, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre agosto de 2015 y julio de 2017 en el municipio de Tecomán, Colima, México, el cual cuenta con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (julio-octubre) y una época seca de noviembre a junio. La precipitación y tempe-

ratura media anual son de 750 mm y 26 °C, respectivamente (INEGI, 2011). Se estudiaron tres hatos seleccionados por la representatividad de los sistemas de producción ovina de la región costera del estado de Colima y por el compromiso de los productores.

- Hato A. Compuesto por 850 ovejas y 23 sementales de las razas Pelibuey, Pelifolk, Blackbelly y Dorper, criados bajo un sistema de producción extensivo. Las ovejas y sus crías pastorean de 08:00 a 18:00 h en praderas irrigadas, compuestas principalmente de pastos nativos con algunos potreros de pastos de Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania) y pasto Massai (*Panicum maximum* c.v. Massai). En las noches eran recogidas en un corral de manejo parcialmente techado. No se ofrecía complemento alimenticio y disponían de agua limpia y sal común *ad libitum*. Los corderos son destetados entre los 90 y 120 días de edad. Los animales mayores de un mes eran desparasitados cada cuatro meses.
- Hato B. Compuesto por 110 ovejas Dorper, Pelibuey y Katahdin, y dos sementales, uno Damara y otro Pelibuey, criados bajo un sistema de producción semi-extensivo. En época seca, las ovejas y corderos pastorean de 08:00 a 19:00 h en praderas irrigadas de pasto estrella (*Cynodon plestoctachyus*) y gramas nativas. En época de lluvias, el pastoreo se realiza de 10:00 a 19:00 h. El pastoreo se complementa con rastrojo de maíz y residuos de cultivos y se disponía de agua fresca, sal común y minerales *ad libitum*. Las ovejas con bajo peso corporal eran suplementadas con un concentrado para ganado lechero y los corderos lactantes eran alimentados con un pre-iniciador. Los corderos eran destetados entre los 90 y 120 días de edad. Los animales mayores de un mes eran vacunados contra enfermedades neumónicas y clostridiales dos veces al año y desparasitados cada cuatro meses.

- Hato C. Compuesto por 107 ovejas Blackbelly, Pelibuey, Katahdin y criollas, y dos sementales, uno Dorper y otro Pelibuey, criados bajo un sistema de producción semi-extensivo. Las ovejas y sus corderos pastoreaban de 08:00 a 15:00 y de 17:00 a 19:00 horas en praderas irrigadas de pasto estrella, pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*), leucaena (*Leucaena leucocephala*) y gramíneas nativas. El pastoreo se complementaba con rastrojo de maíz y residuos de cultivos; y disponían de agua fresca, sal común y minerales *ad libitum*. Durante la estación seca se ofrecía una mezcla de sorgo molido y entero a las ovejas de bajo peso corporal y a las que amamantaban trillizos. Los corderos tuvieron acceso a un alimento pre-iniciador para lechones y fueron destetados entre los 90 y 120 días de edad. Los animales mayores de un mes fueron desparasitados y vacunados contra enfermedades neumónicas y clostridiales dos veces al año.

Al momento del parto se identificó a la oveja y a la cría (una o más), y se registró el sexo, raza y peso. Para el control de peso se utilizaron balanzas digitales de similar precisión en las tres fincas. Además, se registró el número de parto y la condición corporal de la oveja previa al parto de acuerdo con la metodología descrita por Russel *et al.* (1969).

Se hizo la necropsia a los corderos muertos, tanto *in situ* como en el Laboratorio de Patología de la Universidad de Colima. Se tomaron muestras de órganos con lesiones, se fijaron en formol amortiguado al 10% y, posteriormente, fueron procesados siguiendo el procedimiento habitual de la técnica histológica (infiltración, inclusión y corte). Se hicieron cortes de 5  $\mu$ m que fueron teñidos con hematoxilina-eosina (Prophet *et al.*, 1992; McGavin y Zachary, 2011).

Cuadro 1. Causas de mortalidad predestete en corderos criados bajo manejo semi-extensivo extensivo en Colima, México

| Causa                        | Corderos muertos |              |
|------------------------------|------------------|--------------|
|                              | n                | %            |
| Inanición - exposición       | 215              | 88.1         |
| Depredación                  | 10               | 4.1          |
| Sin diagnóstico <sup>1</sup> | 7                | 2.9          |
| Distocia                     | 7                | 2.9          |
| Neumonía                     | 3                | 1.2          |
| Traumatismo                  | 2                | 0.8          |
| <b>Total</b>                 | <b>244</b>       | <b>100.0</b> |

\*Corderos nacidos a término, pero muertos sin síntomas o lesiones propias de inanición-exposición, distocia o enfermedad infecciosa

Para los análisis estadísticos se empleó el software Statgraphics Centurion XVI. Se realizó una prueba de independencia de Chi-cuadrado para analizar la asociación entre el hato (A, B, C), condición corporal (<1, 1.1-1.9, 2-2.9, ≥3) y número de parto (1, 2, 3, 4, 5, >6) de la oveja, tamaño de camada (1, 2, 3, 4), raza (Pelibuey, Dorper, Pelifolk, Blackbelly, Katahdin, cruza), sexo (macho, hembra) y peso al nacimiento (<1.0, 1.0 – 1.9, 2.0 – 2.9, ≥3.0 kg) del cordero con la mortalidad neonatal. Además, se realizó un análisis de Regresión Logística (Hosmer *et al.*, 2013), incluyendo aquellos factores que resultaron asociados con la mortalidad ( $p < 0.05$ ). Para ello, los datos se reagruparon de la siguiente forma: hato (A, B y C), condición corporal de la oveja (<2.0, ≥2.0), peso al nacimiento del cordero (<2.0, ≥2.0), raza del cordero (pura, cruza) (Hosmer *et al.*, 2013).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa global de mortalidad predestete fue de 27.9%. El número de corderos nacidos y muertos durante el periodo de estudio fue de 875 y 244, respectivamente, El 88.1% murió durante las primeras 48 horas de nacidos a causa del síndrome de inanición-exposición (Cuadro 1). Los hallazgos indicativos de este síndrome fueron la falta de calostro en el abomaso, la presencia de meconio en el tracto intestinal y la ausencia de tejido adiposo pericárdico y perineal.

La mortalidad predestete se asoció significativamente con la condición corporal de la oveja al parto. La tasa de mortalidad fue mayor ( $p < 0.05$ ) entre los corderos nacidos de una oveja con una condición corporal menor a uno, en tanto que a medida que la condición corporal aumentó la mortalidad de los corderos disminuyó. El hato tuvo un efecto significativo sobre la tasa de mortalidad, siendo mayor ( $p < 0.05$ ) en el lote A en comparación con los lotes B y C. No se encontró asociación significativa entre la mortalidad predestete y el número de parto o tamaño de camada (Cuadro 2).

La raza y el peso al nacimiento se asociaron significativamente con la mortalidad de los corderos. Los corderos de raza pura mostraron una mayor tasa de mortalidad ( $p < 0.05$ ) que los corderos cruzados, en tanto que los corderos con un peso menor a 1 kg fueron más susceptibles a morir ( $p < 0.05$ ) que los corderos nacidos de mayor peso. Por otra parte, el sexo del cordero no influyó la mortalidad predestete (Cuadro 3).

De acuerdo con el análisis de regresión logística (Cuadro 4), la razón de momios para el hato de nacimiento fue de 0.18, con un intervalo de confianza menor a 1, por lo que los corderos nacidos en los rebaños B y C tuvieron un riesgo de muerte 82% menor que los nacidos en el hato A. Los corderos con un

Cuadro 2. Asociación entre la mortalidad predestete con el hato, tamaño de camada y la condición corporal, número de parto de la oveja

| Variable           | Nivel     | Corderos nacidos | Corderos muertos | Mortalidad (%) | Valor <i>p</i> |
|--------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Hato               | A         | 727              | 225              | 30.95          | 0.00           |
|                    | B         | 52               | 12               | 23.08          |                |
|                    | C         | 96               | 7                | 7.29           |                |
| Condición corporal | <1        | 144              | 126              | 87.50          | 0.00           |
|                    | 1.1 – 1.9 | 464              | 89               | 19.18          |                |
|                    | 2 – 2.9   | 161              | 20               | 12.42          |                |
|                    | ≥3        | 106              | 9                | 8.49           |                |
| Número de parto    | 1         | 149              | 35               | 23.48          | 0.18           |
|                    | 2         | 197              | 50               | 25.38          |                |
|                    | 3         | 191              | 57               | 29.85          |                |
|                    | 4         | 149              | 40               | 26.85          |                |
|                    | 5         | 110              | 31               | 28.18          |                |
|                    | >6        | 79               | 31               | 39.24          |                |
| Tamaño de camada   | 1         | 409              | 112              | 27.38          | 0.81           |
|                    | 2         | 450              | 129              | 28.67          |                |
|                    | 3         | 12               | 2                | 16.67          |                |
|                    | 4         | 4                | 1                | 25.00          |                |

peso al nacimiento menor a 2 kg tuvieron ocho veces más probabilidades de morir que los corderos con un peso superior a 2 kg (OR = 8.30) en tanto que los corderos nacidos de ovejas con una condición corporal previa al parto menor de dos tuvieron tres veces más probabilidades de morir que aquellos nacidos de ovejas una condición corporal mayor (OR = 3.02). Por otra parte, la raza del cordero no representó un factor de riesgo para la mortalidad predestete.

## DISCUSIÓN

La tasa de mortalidad predestete fue ligeramente inferior a la encontrada en un estudio previo (31.0%) realizado en la misma

región en un hato con un manejo similar a los aquí estudiados (Macedo *et al.*, 2010).

En línea con otros estudios, el síndrome de inanición-exposición fue la principal causa de muerte de los corderos (Macedo *et al.*, 2010; Abdelqader *et al.*, 2017). La ocurrencia de este síndrome está estrechamente asociada con factores relacionados con el clima como cambios repentinos de temperatura al momento del parto. También se relaciona con factores propios del cordero como son el bajo peso corporal al nacimiento, mala capacidad de succión, baja ingesta de calostro y pobre instinto materno de la oveja (Nowak *et al.*, 2000; Sawalha *et al.*, 2007). La cría utiliza al nacer sus escasas reservas de energía para mantener el calor, y en caso de no recibir

Cuadro 3. Asociación entre la mortalidad predestete con el tamaño de camada y el sexo, peso al nacimiento y raza del cordero

| Variable                | Nivel       | Corderos nacidos | Corderos muertos | Mortalidad (%) | Valor <i>p</i> |
|-------------------------|-------------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| Sexo                    | Macho       | 471              | 138              | 29.30          | 0.31           |
|                         | Hembra      | 404              | 106              | 26.24          |                |
| Peso al nacimiento (kg) | < 1.00      | 62               | 52               | 83.87          | 0.00           |
|                         | 1.00 – 1.99 | 509              | 165              | 32.42          |                |
|                         | 2.00 – 2.99 | 189              | 15               | 7.94           |                |
|                         | ≥ 3.00      | 115              | 12               | 10.43          |                |
| Raza                    | Pelibuey    | 269              | 89               | 33.09          | 0.00           |
|                         | Dorper      | 142              | 43               | 30.28          |                |
|                         | Pelifolk    | 165              | 48               | 29.09          |                |
|                         | Blackbelly  | 186              | 52               | 27.96          |                |
|                         | Katahdin    | 9                | 0                | 0              |                |
|                         | Cruza       | 104              | 12               | 11.54          |                |

Cuadro 4. Análisis de regresión logística de los factores de riesgo asociados con la mortalidad predestete de corderos en Colima, México

| Variable                | Nivel | Corderos muertos |       | $\beta$ | <i>P</i> | RM   | IC 95%       |
|-------------------------|-------|------------------|-------|---------|----------|------|--------------|
|                         |       | n                | %     |         |          |      |              |
| Hato                    | A     | 225              | 30.95 | -1.71   | 0.00     | 0.18 | 0.06 – 0.59  |
|                         | B, C  | 19               | 12.84 |         |          |      |              |
| Peso al nacimiento (kg) | <2.0  | 217              | 38.00 | 2.12    | 0.00     | 8.30 | 4.54 – 15.19 |
|                         | ≥2.0  | 27               | 8.88  |         |          |      |              |
| Condición corporal      | <2.0  | 215              | 35.36 | 1.11    | 0.04     | 3.02 | 1.06 – 8.60  |
|                         | ≥2    | 29               | 10.86 |         |          |      |              |
| Raza                    | Pura  | 232              | 30.09 | 0.70    | 0.18     | 2.01 | 0.73 – 5.57  |
|                         | Cruza | 12               | 11.54 |         |          |      |              |

$\beta$ : coeficiente; RM: razón de momios

calostro dentro de las 2-3 horas posteriores al nacimiento, estas reservas se agotan y se produce hipotermia (Dwyer *et al.*, 2016). Debido a que inmediatamente después del nacimiento, el cordero depende completamente de su madre la presencia de este síndrome está estrechamente relacionada con el manejo que se realice en la unidad de producción. Otros autores señalan como principales causas de mortalidad predestete a los cuadros de septicemia, neumonía e infecciones gastrointestinales causadas principalmente por *Pasteurella* sp, *Salmonella* sp, *Escherichia coli*, *Toxoplasma gondii*, *Cryptosporidium* sp y *Clostridium perfringens*, entre otros (Nóbrega *et al.*, 2005; Woldemariam *et al.*, 2014; Holmøy *et al.*, 2017).

La asociación entre la mortalidad y el hato se explica por el manejo de la alimentación implementado en cada unidad productiva. Las ovejas del hato A fueron alimentadas exclusivamente con pasto y no recibieron ningún alimento complementario, lo que es característico de los sistemas de producción extensiva. En general, los pastos tropicales tienen un alto contenido de fibra y un bajo contenido de proteína y densidad energética, por lo que no cumplen con los requisitos nutricionales de las ovejas, especialmente durante la última etapa de la gestación y la lactancia temprana (Da Costa *et al.*, 2014). En el caso de los rebaños B y C, los corderos recibieron un alimento pre-iniciador y las ovejas gestantes con bajo peso corporal y aquellas amamantando trillizos recibieron una suplementación y, en consecuencia, tuvieron un menor riesgo de muerte por inanición del cordero, lo cual concuerda con el estudio de Binns *et al.* (2002). Para el tamaño del hato, Holmøy y Waage (2015) encontraron que la tasa de mortalidad neonatal fue mayor que en los rebaños más grandes (>250 ovejas paridas) que los rebaños con menos de 26 ovejas; sin embargo, el mismo grupo de autores no revelaron asociación significativa entre las pérdidas de corderos y el tamaño del hato en otros estudios (Holmøy *et al.*, 2014).

Christley *et al.* (2003) encontraron tasas de mortalidad en corderos más altas a medida que disminuye la condición corporal de las madres. La baja condición corporal registrada por una gran proporción de las ovejas estudiadas fue consecuencia de una mala nutrición durante las distintas etapas de la gestación. Una nutrición deficiente durante la gestación no solo afecta negativamente el peso al nacimiento del cordero y la condición corporal de la oveja al momento del parto, también deprime el desarrollo de la ubre y la producción de calostro, dando como consecuencia un aumento de la mortalidad de los corderos (Nowak, 1996). Asimismo, las ovejas con una mala condición corporal tienden a buscar alimento poco después del parto, abandonando o permaneciendo menos tiempo al cuidado del cordero (Barros de Moraes *et al.*, 2016). Al-Sabbagh *et al.* (1995) no encontraron efecto negativo sobre la mortalidad de los corderos cuando la condición corporal de la oveja al parto fue entre 2.5 y 3.5. Se reconoce que corderos con bajo peso al nacer (<2 kg) están predispuestos a morir por inanición e hipotermia por no haber ingerido el calostro en las primeras horas de vida (Nowak y Poindron, 2006).

Estudios recientes han registrado una mayor tasa de mortalidad en corderos de raza pura en comparación con corderos cruzados (Mustafa *et al.*, 2014; McHugh *et al.*, 2016), posiblemente debido el efecto de la heterosis (Gama *et al.*, 1991). Por otra parte, y coincidiendo con los hallazgos de Turkson y Sualisu (2005) y Mandal *et al.* (2007), el sexo de los corderos no tuvo relación significativa con la tasa de mortalidad neonatal; no obstante otros investigadores señalan una mayor mortalidad en corderos machos (Sawalha *et al.*, 2007; Abdelqader *et al.*, 2017). A pesar de que el efecto de los factores ligados al sexo sobre la mortalidad de los corderos no es claro, Warren y Mysterud (2005) observaron que el comportamiento del cordero macho puede hacerlo más susceptibles a la depredación ya que se alejan más de la madre y del rebaño,

en tanto que Dwyer (2003) señala que los corderos machos Suffolk eran más lentos para amantarse que las hembras.

Si bien el número de parto de la oveja no influyó sobre la mortalidad del cordero, tal y como se reporta en otros estudios (Warren y Mysterud, 1995; Mandal *et al.*, 2007), McHugh *et al.* (2016) encontraron que los corderos de ovejas primíparas tenían un mayor riesgo de morir en comparación con los corderos de ovejas múltiparas, debido principalmente por una mayor dificultad para parir.

En el presente estudio no se encontró un efecto del tamaño de camada sobre la mortalidad de los corderos; sin embargo, los mellizos a menudo se encuentran en desventaja por un menor peso al nacimiento, menores reservas de energía y menor consumo de calostro que los corderos únicos (Nowak y Poindron, 2006; Abdelqader *et al.*, 2017).

## CONCLUSIONES

- La mortalidad neonatal fue mayor entre los corderos criados bajo un sistema de producción extensivo, siendo el síndrome de inanición-exposición la principal causa de muerte.
- La mortalidad estuvo fuertemente asociada con el peso del cordero al nacimiento y a la condición corporal de la oveja al momento del parto

## LITERATURA CITADA

1. **Abdelqader A, Irshaid R, Tabbaa MJ, Abuajamieh M, Titi H, Al-Fataftah R. 2017.** Factors influencing Awassi lambs survivorship under fields conditions. *Livest Sci* 199: 1-6. doi: 10.1016/j.livsci.2017.03.007
2. **Al-Sabbagh TA, Swanson LV, Thompson JM. 1995.** The effect of ewe body condition at lambing on colostral immunoglobulin G concentration and lamb performance. *J Anim Sci* 73: 2860-2864. doi: 10.2527/1995.73102860x
3. **Barros de Moraes A, Espírito CPH, Fischer V, Fajardo N, Farias AM, Caillava da Porciuncula, G. 2016.** Ewe maternal behavior score to estimate lamb survival and performance during lactation. *Acta Sci* 38: 327-332. doi: 10.4025/actascianimsci.v38i3.29923
4. **Binns SH, Cox IJ, Rizvi S, Green LE. 2002.** Risk factors for lamb mortality on UK sheep farms. *Prev Vet Med* 52: 87-303. doi: 10.1016/s0167-5877(01)00255-0
5. **Christley RM, Morgan KL, Parkin TDH, French NP. 2003.** Factors related to the risk of neonatal mortality, birth-weight and serum immunoglobulin concentration in lambs in the UK. *Prev Vet Med* 57: 209-226. doi: 10.1016/s0167-5877(02)00235-0
6. **Da Costa TJN, Marques RA, Torreão MCA, Rocha B.L, Gottardi FP, Jácome AM, de Souza Júnior EL, Lopes OR. 2014.** Concentrate supplementation during pregnancy and lactation of ewes affects the growth rate of lambs from a variety of crosses. *Rev Bras Zootecn* 43: 544-550. doi: 10.1590/S1516-35982014001000006
7. **Dwyer CM. 2003.** Behavioural development in the neonatal lambs: effect of maternal and birth-related factors. *Theriogenology* 59: 1027-1059. doi: 10.1016/s0093-691x(02)01137-8
8. **Dwyer CM. 2008.** The welfare of the neonatal lamb. *Small Ruminant Res* 76: 31-41. doi: 10.1016/j.smallrumres.-2007.12.011
9. **Dwyer CM, Conington J, Corbiere F, Holmøy IH, Muri K, Nowak R, Rooke J, Vipond J, Gautier, JM. 2016.** Invited review: improving neonatal survival in small ruminants: science into practice. *Animal* 10: 449-459. doi: 10.1017/S1751731115001974
10. **Gama LT, Dickerson GE, Young LD, Leymaster, K.A. 1991.** Effects of breed, heterosis, age of dam, litter size and birth weight on lamb mortality. *J*

- Anim Sci 69: 2727-2743. doi: 10.2527/1991.6972727x
11. **Holmøy IH, Waage S. 2015.** Time trends and epidemiological patterns of perinatal lamb mortality in Norway. *Acta Vet Scand* 57: 2-11. doi: 10.1186/s13028-015-0155-6
  12. **Holmøy IH, Waage S, Granquis, EG, L'Abée-Lund TM, Ersdal C, Hektoen L, Sørby R. 2017.** Early neonatal lamb mortality: postmortem findings. *Animal* 11: 295-305. doi: 10.1017/S175173111-600152X
  13. **Holmøy IH, Waage S, Gröhn YT. 2014.** Ewe characteristics associated with neonatal loss in Norwegian sheep. *Prev Vet Med* 114: 267-275. doi: 10.1016/j.prevetmed.2014.02.007
  14. **Hosmer Jr DW, Lemeshow S, Sturdivant RX. 2013.** Applied logistic regression. New Jersey, USA: John Wiley. 375 p.
  15. **[INEGI] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2011.** Mapas. Colima. [Internet]. Disponible en: [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/conden\\_estatles/col/702825003569.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/conden_estatles/col/702825003569.pdf)
  16. **Macedo R, Arredondo V, Rodríguez J, Ramírez J, López B. 2010.** Efecto del sistema de producción, de la época de nacimiento y del sexo sobre la mortalidad neonatal de corderos Pelibuey. *Trop Subtrop Agroecosyst* 12: 77-84.
  17. **Mandal A, Prasad H, Kumar A, Roy R, Sharma N. 2007.** Factors associated with lamb mortalities in Muzaffarnagari sheep. *Small Ruminant Res* 71: 273-279. doi: 10.1016/J.SMALLRUMRES.-2006.07.010
  18. **McGavin MD, Zachary JF. 2011.** Pathologic basis of veterinary disease. 5<sup>th</sup> ed. London, UK: Elsevier. 1394 p.
  19. **McHugh N, Berry DP, Pabiou T. 2016.** Risk factors associated with lambing traits. *Animal* 10: 89-95. doi: 10.1017/S1751731115001664
  20. **Mellado M, Macías U, Avendaño L, Mellado J, García, J.E. 2016.** Growth and pre-weaning mortality of Katahdin lamb crosses. *Rev Colomb Cienc Pec* 29: 288-295. doi: 10.17533/udea.rccp.-v29n4a06
  21. **Muñoz-Osorio GA, Aguilar-Caballero AJ, Sarmiento-Franco LA, Wurzinger M, Cámara-Sarmiento R. 2016.** Technologies and strategies for improving hair lamb fattening systems in tropical regions: A review. *Ecosist Recur Agropec* 3: 267-277.
  22. **Mustafa MI, Mehmood MM, Lateef M, Bashir MK, Khalid AR. 2014.** Factors influencing lamb mortality from birth to weaning in Pakistan. *Pak J Life Soc Sci* 12: 139-143.
  23. **Nóbrega Jr JE, Riet-Correa F, Nóbrega RS, Medeiros JM, Vasconcelos JS, Vilar DSS, Tabosa IM. 2005.** Mortalidade perinatal de cordeiros no semi-árido da Paraíba. *Pesqui Vet Bras* 25: 171-178. doi: 10.1590/S0100-736X2005000300008
  24. **Nowak R. 1996.** Neonatal survival contribution from behavioral studies in sheep. *Appl Anim Behav Sci* 49: 61-72. doi: 10.1016/0168-1591(95)00668-0
  25. **Nowak R, Poindron P. 2006.** From birth to colostrum: early steps leading to lamb survival. *Reprod Nutr Dev* 46: 431-446. doi: 10.1051/rnd:2006023
  26. **Nowak R, Porter RH, Lévy F, Orgeur P, Schaal, B. 2000.** Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Rev Reprod* 5: 153-163. doi: 10.1530/ror.0.-0050153
  27. **Prophet E, Mills B, Arrington J, Sobin, L. 1992.** Laboratory methods in histotechnology. Washington: Armed Forces, Institute of Pathology. 279 p.
  28. **Russel AJF, Doney JM, Gunn RG. 1969.** Subjective assessment of body fat in live sheep. *J Agric Sci* 72: 451-454.
  29. **Sawalha RM, Conington J, Brothers-tone S, Villanueva V. 2007.** Analyses of lamb survival of Scottish Blackface sheep. *Animal* 1: 151-157. doi: 10.1017/S1751731107340056

30. **Turkson PK, Sualisu M. 2005.** Risk factors for lamb mortality in Sahelian sheep on a breeding station in Ghana. *Trop Anim Health Pro* 37: 49-64. doi: 10.1023/b:trop.0000047935.78168.46.
31. **Vázquez-García V. 2013.** Sheep Production in the mixed-farming systems of Mexico: where are the women? *Rangelands* 35: 41-46. doi: 10.2111/RANGELANDS-D-13-00029.1
32. **Warren JT, Mysterud, I. 1995.** Mortality of domestic sheep in free-ranging flocks in southeastern Norway. *J Anim Sci* 73: 1012-1018. doi: 10.2527/1995.7341012x
33. **Woldemariam S, Zewde S, Hameto D, Habtamu, A. 2014.** Major causes of lamb mortality at Ebinat Woreda, Amhara National Regional State, north-western Ethiopia. *Ethiop Vet J* 18: 57-71.