



Short note [Nota corta]

UNA NOTA SOBRE LA MORTALIDAD DE CORDEROS MERINO ISLA SOCORRO †

[A NOTE ON MORTALITY OF SOCORRO ISLAND MERINO LAMBS]

Rafael Macedo-Barragán*, Galilea Regla-Maldonado,
 Victalina Arredondo-Ruiz, Paola Castillo-Zamora
 and Luis Jorge García-Márquez

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima. Km. 40
 Autopista Colima-Manzanillo, 28100, Tecoman, Colima, México. E-mails: *
 macedo@ucol.mx; gregla@ucol.mx; varredondo0@ucol.mx;
 pcastillo0@ucol.mx; ljgm_cmv@ucol.mx

*Corresponding author

SUMMARY

Background. The Socorro Island Merino sheep constitutes a unique population in the world whose number is reduced to less than a hundred individuals, thus facing an imminent risk of extinction. **Objective.** The objective of this study was to analyze the causes and risk factors associated with the mortality of Socorro Island Merino lambs. **Methodology.** The rate and causes of mortality were determined and the association between mortality and weight, year of birth, sex, genotype of the lamb and the number of lambing of the ewe was determined by Chi-square test. Subsequently, a logistic regression analysis was performed using only those variables significantly associated with mortality. **Results.** Mortality rate was 29.31%. The 70.59% of deaths occurred during the first 48 hours after lambing being starvation the main cause of death. Mortality was associated ($P<0.05$) with the lambs' year birth and the number of lambing of the ewe, while birth weight, sex and genotype were not related ($P>0.05$) with death of the lambs. According to the logistic regression analysis, lambs born in 2020 and born to a multiparous ewe had an 83 and 74% lower risk of death than those born in 2019 and to a primiparous ewe, respectively. **Implications.** The use of professionally qualified personnel and the establishment of good zootechnical management practices significantly reduces lamb mortality. **Conclusions.** Starvation represented the main cause of death, while the year of birth of the lamb and the number of lambing of the ewe were the risk factors associated with mortality.

Keywords: Feral sheep; starvation; hepatogenous photosensitization; year of birth; number of lambing.

RESUMEN

Antecedentes. El ovino Merino Isla Socorro constituye una población única en el mundo cuyo número se reduce a menos de un centenar de individuos por lo que enfrenta un inminente riesgo de extinción. **Objetivo.** El objetivo de este estudio fue analizar las causas y factores de riesgo asociados a la mortalidad de corderos Merino Isla Socorro. **Metodología.** Se determinaron la tasa y las causas de mortalidad y la asociación entre la mortalidad y el peso, año de nacimiento, sexo, genotipo del cordero y el número de parto de la oveja se determinó por medio de una prueba de Chi-cuadrada. Posteriormente se realizó un análisis de regresión logística utilizando únicamente aquellas variables asociadas significativamente con la mortalidad. **Resultados.** La tasa de mortalidad fue del 29.31%. El 70.59% de las muertes ocurrió durante las primeras 48 horas posteriores al parto siendo el síndrome de inanición – exposición la principal causa de muerte. La mortalidad se asoció significativamente ($P<0.05$) con el año de nacimiento del cordero y el número de parto de la oveja, en tanto que el peso al nacimiento, el sexo y el genotipo no se relacionaron ($P>0.05$) con la muerte de los corderos. De acuerdo con el análisis de regresión logística, los corderos nacidos en el año 2020 y los nacidos de madre múltipara tuvieron un riesgo de muerte 83 y 74% menor que los nacidos en el año 2019 y de madre primípara respectivamente. **Implicaciones:** El empleo de personal calificado y el establecimiento de buenas prácticas de manejo zootécnico disminuye significativamente la tasa de mortalidad de los corderos. **Conclusiones.** El síndrome de inanición-exposición representó la principal causa de muerte en tanto que el año de nacimiento del cordero y el número de parto de la oveja fueron los factores de riesgo asociados con la mortalidad.

Palabras Clave: Ovinos ferales; inanición-exposición; fotosensibilización hepatógena; año de nacimiento; número de parto.

† Submitted April 5, 2021 – Accepted November 10, 2021. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.
 ISSN: 1870-0462.

INTRODUCCIÓN

El ovino Merino Isla Socorro (Figura 1) fue introducido en el año de 1869 por colonos australianos al Archipiélago de Revillagigedo, específicamente a la Isla Socorro, sitio en donde habitó en condiciones ferales por 145 años (Izquierdo et al., 2005). En el año 2014, luego de un programa de exterminio promovido por grupos ecologistas y con el aval del gobierno federal, esta oveja se declaró erradicada de la isla (Ortiz-Alcaraz et al., 2016).

Durante su estancia en la isla, esta población sufrió un proceso de adaptación a condiciones adversas como son escasez de agua dulce, presencia de huracanes y erupciones del volcán Evermann (Izquierdo et al., 2005). Esto, junto con su aislamiento genético la convierten en una especie con características importantes como la rusticidad y resistencia, las cuales podrían ser de utilidad para la ganadería ovina mexicana especialmente para aquellos hatos ubicados en regiones con características agroecológicas poco favorables.

En la actualidad, la población de esta especie se reduce a menos de un centenar de individuos, descendientes de un hato de 50 animales extraído de la isla por investigadores de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Colima en años previos a su erradicación, por lo que se encuentra en inminente riesgo de extinción. Diversos estudios han permitido conocer aspectos relevantes sobre su morfología (Perezgrovas et al.,

2011; Hernández et al., 2017), su fisiología (Arias et al., 2020; Prado et al., 2021) y su crecimiento (Macedo et al., 2018). Sin embargo, no se han realizado estudios sobre las causas y factores que afectan su mortalidad que coadyuven a incrementar su número, lo cual se vuelve imprescindible considerando su estatus de riesgo. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue analizar las causas y factores de riesgo asociados a la mortalidad de corderos Merino Isla Socorro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Colima, localizada en el municipio de Tecomán, Colima, en las coordenadas 18°56'53'' N y 103°53'50'' O, a una altitud de 56 m. Presenta un clima semicálido correspondiente a la fórmula BS1(h')w(w)(i') con 750 mm de precipitación promedio anual distribuida entre los meses de julio a octubre con una época seca que se extiende por ocho meses y una temperatura media anual de 26°C (García, 1973). Durante el periodo comprendido entre mayo del 2019 y marzo del 2021, se estudió un hato de ovinos Merino Isla Socorro compuesto por 33 reproductoras y dos sementales, descendientes de un grupo de 50 animales rescatados de la Isla Socorro.

Las ovejas se manejaron en un sistema de empadre controlado con monta directa. Durante el empadre y la gestación su alimentación consistió en el pastoreo por siete horas (07:30 h - 14:30 h) de praderas de pasto



Figura 1. Carnero Merino Isla Socorro. (Fotografía: Rafael Macedo Barragán, 2019)

Guinea (*Panicum maximum*) y Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) más 200 g de un concentrado comercial (87% materia seca, 14% proteína cruda, 1.5% extracto etéreo, 43% extracto libre de nitrógeno, 13.5% fibra cruda, 9% cenizas). Durante los primeros 15 días posteriores al parto se mantuvieron estabuladas con sus crías y recibieron 300 g del mismo suplemento utilizado durante la gestación más pasto Guinea a libre acceso. Posteriormente y hasta el momento del destete reanudaron su rutina de pastoreo y por la tarde fueron suplementadas con 200 g de suplemento más pasto Guinea a libre acceso. Fueron desparasitadas cada tres meses por vía oral con una dosis de 7.5 mg/Kg PV y 200 mcg/Kg PV de fenbendazol e ivermectina respectivamente (Ovi-cure[®], Sanilat, México) e inmunizadas por vía intramuscular contra enfermedades neumónicas con 2.5 mL de Bovimune Single Shot[®] (Lapisa, México) y contra enfermedades clostridiales con 2.5 mL de Clostri-10[®] (Lapisa, México) un mes antes del parto.

Los corderos nacidos durante el año 2019 se mantuvieron los primeros 15 días de edad estabulados con sus madres y posteriormente pastorearon junto a ellas hasta el momento del destete, el cual se realizó a una edad promedio de 90 días. En el momento del nacimiento, el ombligo de los corderos se desinfectó con azul pío y a las 48 horas se les administró por vía intramuscular 0.5 mL de vitamina ADE (Vigantol ADE[®], Bayer, México). A los 60 y 180 días de edad los corderos fueron desparasitados e inmunizados con los mismos productos y dosis empleados en las ovejas. Una vez destetados los corderos fueron estabulados en corraletas considerando el peso vivo y el sexo como criterio de lotificación. La alimentación consistió en 300 g/d del mismo concentrado utilizado para la suplementación de los vientres cuya materia seca representó un consumo del 2.7 y 1.3% del peso vivo al momento del destete y al año respectivamente y se les ofreció pasto Tanzania a libre acceso.

Los corderos nacidos durante el año 2020 se mantuvieron estabulados con sus madres los primeros 15 días de edad, posteriormente pastorearon junto a ellas hasta el momento del destete y recibieron de forma adicional un alimento preiniciador a libre acceso con un 20% de proteína cruda. Una vez destetados y hasta el año se les ofreció un concentrado comercial (88% materia seca

14% proteína cruda, 4% extracto etéreo, 48% extracto libre de nitrógeno, 10% fibra cruda, 12% cenizas) en una cantidad equivalente al 3.5% de materia seca de su peso vivo y pasto Tanzania a libre acceso. El manejo sanitario fue similar al recibido por los corderos durante el primer año.

A cada cordero se le registró su fecha de nacimiento, peso, genotipo, sexo, y número de parto de la madre. La causa de muerte se determinó por necropsia, las cuales se realizaron en el Laboratorio de Patología de la Universidad de Colima Colima siguiendo las técnicas de necropsia e histológicas de rutina (Prophet *et al.*, 1992). Se determinó la tasa y las causas de mortalidad y la asociación de los factores evaluados y la mortalidad se determinó por medio de una prueba de Chi-cuadrada. Posteriormente se realizó un análisis de regresión logística utilizando únicamente aquellas variables asociadas a la mortalidad ($P < 0.05$, prueba de Chi-cuadrada). Para la realización de ambas pruebas la información se agrupó de la siguiente forma: año de nacimiento (2019, 2020), número de parto de la oveja (primípara, múltipara), genotipo del cordero (puro, cruza con razas de pelo), sexo del cordero (macho, hembra) y peso al nacimiento del cordero (<2.50 kg, >2.50 kg). Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistix.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de estudio nacieron un total de 58 corderos de los cuales 17 murieron, lo que arrojó una tasa de mortalidad del 29.31%. El 70.59% de las muertes ocurrió durante las primeras 48 horas posteriores al parto siendo el síndrome de inanición – exposición la principal causa de mortalidad general y pre-destete y la fotosensibilización hepatógena la principal causa de muerte post-destete (Tabla 1).

Diversos estudios realizados en la misma región de estudio (Macedo *et al.*, 2010) y en diversas partes del mundo (Tifashe *et al.*, 2017; Kopp *et al.*, 2020) coinciden en que el síndrome de inanición-exposición representó la principal causa de muerte de los corderos. Llama la atención la ausencia de muertes ocasionadas por infecciones de diversos tipos, las cuales se documentan como la principal causa de muerte en estudios recientes (Murray *et al.*, 2019; Mlimbe *et al.*, 2020; Tesema *et al.*, 2020).

Tabla 1. Causas de mortalidad de corderos Merino Isla Socorro.

Causa	Pre-destete		Post-destete		Total	
	n	%	n	%	n	%
Inanición – exposición	8	47.06			8	47.06
Fotosensibilización hepatógena			4	23.53	4	23.53
Malformación	2	11.76			2	11.76
Distocia	2	11.76			2	11.76
Acidosis ruminal			1	5.89	1	5.89
Total	12	70.59	5	29.41	17	100.00

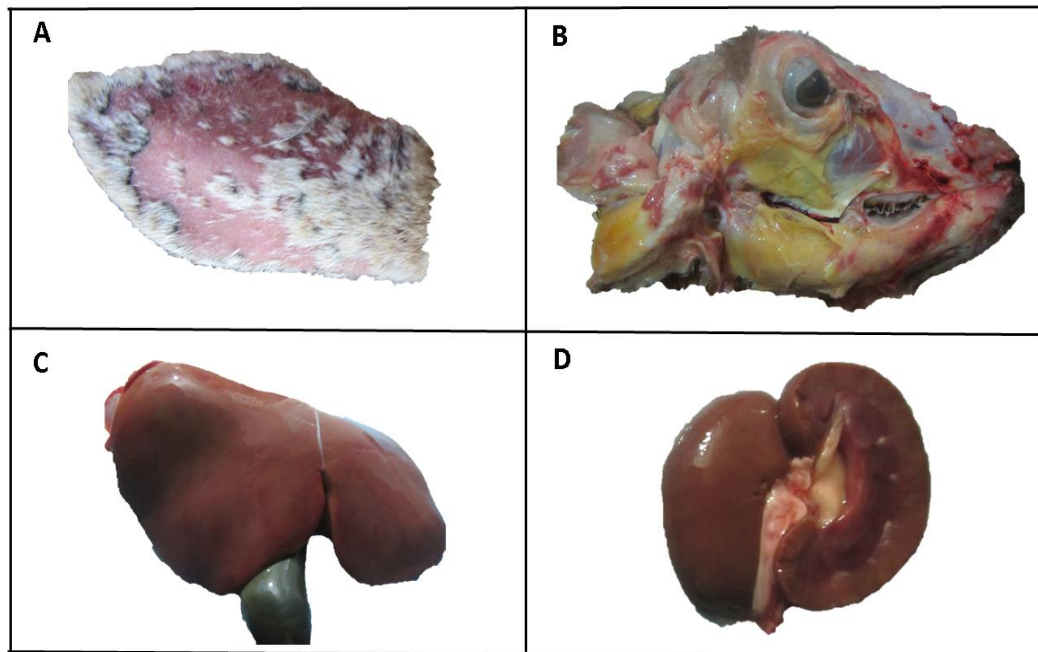


Figura 2. Lesiones macroscópicas *postmortem* observadas en corderos Merino Isla Socorro con fotosensibilización hepatógena. (Fotografías: Luis Jorge García Márquez, 2019).

Los casos de fotosensibilización hepatógena que representaron la segunda causa de muerte fueron producto de la ingesta de zacate del género *Brachiaria* sp., suministrado por un error de manejo en sustitución del pasto Guinea.

A la necropsia los hallazgos macroscópicos más relevantes fueron: lesiones cutáneas que consistían en áreas de alopecia, eritema y costras en la piel de las regiones periocular, nasal, regiones axilares y orejas (Figura 2A). Las mucosas, tejido subcutáneo y membranas serosas exhibieron edema y una coloración amarilla (ictericia) (Figura 2B). El hígado se observó aumentado de tamaño (hepatomegalia), de color marrón anaranjado y firme (Figura 2C). Los riñones se observaron de color marrón verdoso que afectan de manera difusa la corteza y la médula, el resto de los órganos eran aparentemente normales (Figura 2 D).

Las lesiones microscópicas importantes afectaron la piel, hígado y los riñones. La piel afectada tenía una pérdida extensa de la epidermis (ulceración), fibrina, neutrófilos, células necróticas y eritrocitos. El hígado presentó una disociación y degeneración hepatocelular con proliferación de tejido conectivo fibroso alrededor de los conductos biliares, con infiltración de linfocitos, células plasmáticas y macrófagos infiltraron el tejido conectivo periportal. Tinción hematoxilina-eosina (Figura 3A). El lumen de algunos conductos biliares y en el citoplasma de las células hepáticas y de Kupffer contenían cristales en forma de aguja, birrefringentes y positivos para Von Kossa de entre 20 y 40 μm de longitud (Figura 3B). En riñones, los túbulos renales se observaron distendidos con células exfoliantes en la luz y multifocalmente en los túbulos e intersticio

contenían agregados de cristales birrefringentes positivos para el calcio con la tinción de Von Kossa (Figura 3C y Figura 3D).

Estudios realizados en diversas regiones del mundo han documentado la ocurrencia de intoxicación en ovinos alimentados con pastos del género *Brachiaria*, situación que puede estar influenciada por las condiciones de manejo del pasto y por factores genéticos del animal (Faccin *et al.*, 2014; Pupin *et al.*, 2016; Hussain *et al.*, 2018; Montoya *et al.*, 2019).

La mortalidad se asoció significativamente ($P < 0.05$) con el año de nacimiento del cordero y el número de parto de la oveja, en tanto que el peso al nacimiento, el sexo y el genotipo no se relacionaron ($P > 0.05$) con la muerte de los corderos (Tabla 2).

De acuerdo con el análisis de regresión logística, la razón de momios para el año de nacimiento y para el número de parto de la oveja fueron 0.17 (IC 95% = 0.04 – 0.67) y 0.26 (IC 95% = 0.08 – 0.84) lo que representa un factor de protección, por lo que los corderos nacidos en el año 2020 y los nacidos de madre múltipara tuvieron un riesgo de muerte 83 y 74% menor que los nacidos en el año 2019 y de madre primípara respectivamente (Tabla 3).

La diferencia entre la mortalidad general y en las primeras 48 horas observada entre los corderos nacidos durante el año 2019 y los nacidos durante el año 2020, se podría explicar por la sustitución de los tres trabajadores de campo adscritos a la Posta Zootécnica, por una académica y cinco estudiantes de práctica profesional de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia quienes durante un año

implementaron buenas prácticas de manejo consistentes en la supervisión de los partos y la asistencia a ovejas que mostraron trabajos de parto prolongados y dificultosos. En el caso de los corderos, se verificó el consumo de calostro durante los primeros 30 minutos posteriores al nacimiento y se auxilió en este proceso a aquellos que mostraron dificultad para incorporarse y amamantarse (INIA, 2017). Asimismo, se supervisó el forraje ofrecido a los corderos destetados para evitar la ingesta accidental de zacate del género *Brachiaria* sp., que como ya se explicó, ocasionó cuatro muertes por fotosensibilización hepatógena durante el año 2019.

Autores como Hatcher *et al.* (2009), McHugh *et al.* (2016), Gowane *et al.* (2018) y Lamesegn *et al.*, 2018 coinciden con lo aquí encontrado y señalan que con el aumento de la edad o del número de parto de la oveja se reduce la mortalidad. Además, el riesgo de muerte se incrementa en los corderos nacidos de ovejas primíparas que muestran un bajo peso corporal al parto (Gowane *et al.*, 2018). Lo anterior se explica por la mejora de la capacidad e instinto materno y por la mayor producción de leche de las ovejas maduras. Otros autores, sin embargo, no observaron efecto de la edad de la oveja sobre la mortalidad de sus crías (Nadaf-Fahmideh *et al.*, 2016; Mthi *et al.*, 2020).

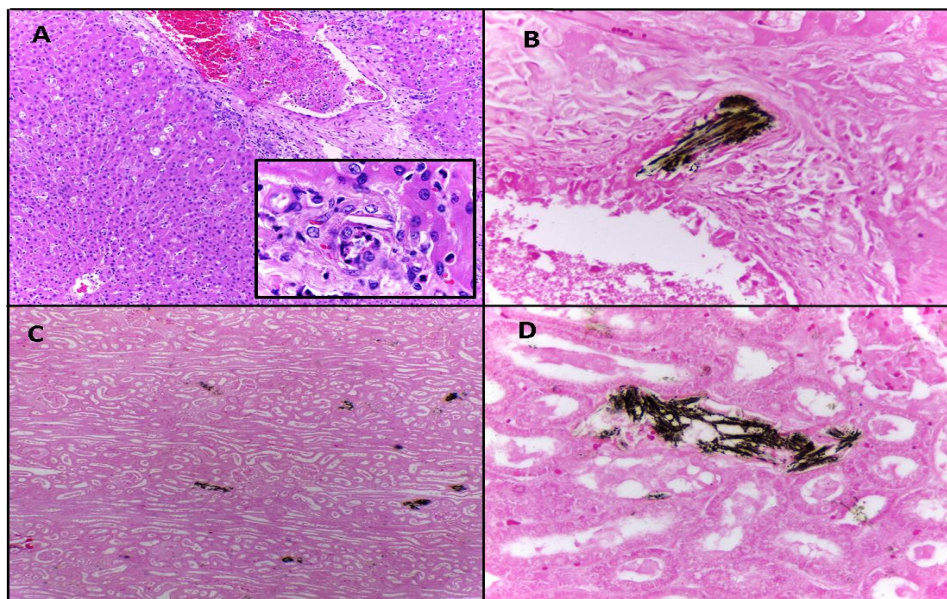


Figura 3. Lesiones microscópicas *postmortem* observadas en ovinos Merino Isla Socorro con fotosensibilización hepatógena. (Fotografías: Luis Jorge García Márquez, 2019).

Tabla 2. Asociación del peso, año de nacimiento, sexo, genotipo del cordero y el número de parto de la oveja con la mortalidad de corderos Merino Isla Socorro.

Variable	Vivos		Muertos		Chi-cuadrada	P
	n	%	n	%		
Peso al nacimiento						
< 2.5	10	55.56	8	44.44	2.89	0.08
> 2.5	31	77.50	9	22.50		
Año de nacimiento						
2019	18	56.25	14	43.75	7.18	0.01
2020	23	88.46	3	11.54		
Sexo del cordero						
Hembra	18	66.67	9	33.33	0.39	0.53
Macho	23	74.19	8	25.81		
Genotipo del cordero						
Puro	19	63.33	11	36.67	1.62	0.20
Cruza	22	78.57	6	21.43		
Número de parto de la oveja						
Primípara	11	52.38	10	47.62	5.33	0.02
Múltipara	30	81.08	7	18.92		

Tabla 3. Análisis de regresión logística para la mortalidad de corderos Merino Isla Socorro.

Variable	Coefficiente	EE	P	Razón de momios	IC 95%
Constante	-0.251	0.356	0.85		
Año de nacimiento	-1.786	0.708	0.01	0.17	0.04 – 0.67
Constante	-0.095	0.437	0.83		
Número de parto	-1.360	0.606	0.02	0.26	0.08 – 0.84

EE: error estándar, P: valor de probabilidad, IC 95%: intervalo de confianza 95%

Contrario a los hallazgos del presente estudio, McHugh *et al.* (2016) mencionan que los corderos con un bajo peso al nacimiento tienen 6.45 más probabilidades de morir que aquellos nacidos con un peso promedio acorde a su raza. En este mismo sentido, Abdelqader *et al.* (2017), Gowane *et al.*, (2018) y Tesema *et al.* (2020) mencionan que el riesgo de muerte se incrementa significativamente en corderos nacidos con un peso inferior a 2.00 kg. La diferencia entre los mencionados estudios y los resultados aquí descritos se puede deber al hecho de que para algunas razas, un peso al nacimiento inferior a 2.00 kg es representativo de un cordero débil y con poca viabilidad, mientras que para la Merino Isla Socorro, es un peso normal si se considera que el peso al nacimiento promedio ronda los 2.50 kg (Macedo *et al.*, 2018) y el peso adulto de los machos y las hembras es de apenas 43.58 y 24.42 kg respectivamente (Hernández *et al.*, 2013). De hecho, dos de los 17 corderos que mostraron pesos al nacimiento superiores a los 3.00 kg murieron en partos distócicos.

La falta de efecto del sexo sobre la mortalidad coincide con los hallazgos de (Robertson *et al.*, 2018; Arslan *et al.*, 2020). Otros estudios muestran diversos factores que pueden explicar una mayor mortalidad entre los corderos machos. Abecia y Palacios (2018) mencionan que las ovejas que paren hembras producen mayor cantidad de leche que las que paren machos los cuales, además, de acuerdo con Dwyer (2003) son más lentos para incorporarse después del parto y amantarse. Warren y Mysterud (1995) indican que los corderos machos tienden a alejarse más del rebaño lo que incrementa su riesgo de morir por depredación. McHugh *et al.* (2016) señalan que el mayor peso al nacimiento de los corderos machos incrementa la dificultad al parto y la mortalidad. Sawalha *et al.* (2007), mencionan que particularmente después del destete, los corderos machos tienen un mayor riesgo de muerte que las hembras debido a que son manejados de una forma más intensiva durante la etapa de engorda. Por el contrario, Lamesegn *et al.* (2018) indican que las corderas muestran una menor tasa de sobrevivencia que los corderos, aunque no ahondan en las causas de este hallazgo.

Pese a que en el presente estudio el genotipo del cordero no se asoció con la mortalidad, algunos estudios muestran que el cruzamiento incrementa la

tasa de sobrevivencia de los corderos. McHugh *et al.* (2016) indican que el riesgo de muerte de corderos de raza pura es dos veces mayor que el de los corderos cruzados, lo que se atribuye parcialmente a el efecto positivo que ejerce la heterosis sobre la viabilidad del cordero, lo que de acuerdo con Gama *et al.* (1991), incrementa la tasa de supervivencia predestete entre un 9 y un 18%. Por lo contrario, Elizalde *et al.* (2019) observaron una mayor mortalidad en corderos cruzados con relación a los corderos de raza pura.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El síndrome de inanición-exposición representó la principal causa de muerte en tanto que el año de nacimiento del cordero y el número de parto de la oveja fueron los factores de riesgo asociados con la mortalidad.

El empleo de personal calificado y el establecimiento de buenas prácticas de manejo zootécnico disminuyó significativamente la tasa de mortalidad de los corderos.

Funding. The study was financed with own resources of the Academic Corp UCOL-CA-11 “Sistemas de Producción Agropecuaria”.

Conflict of interests. The authors hereby declare that they have no conflict of interest.

Compliance with ethical standards. National (Mexico) and institutional (Universidad de Colima) regulations on the care and use of animals were followed.

Data availability. Data are available with the corresponding author (macedo@ucol.mx) upon reasonable request.

Author contribution statement (CRediT). **Rafael Macedo-Barragán** - Conceptualization, Methodology, Formal Analysis, Writing – original draft, Writing – review & editing., **Victalina Arredondo Ruiz** – Supervision, Investigation, Writing – original draft., **Galilea Regla-Maldonado** – Investigation, Writing – original draft, **Paola Castillo-Zamora** – Investigation, Writing – original draft. **Luis Jorge García-Márquez** – Investigation, Methodology, Writing – review & editing.

REFERENCIAS

- Abdelqader, A., Irshaid, R., Tabbaa, M.J., Abuajamieh, M., Titi, H. and Al-Fataftah, A., 2017. Factors influencing Awassi lambs survivorship under fields conditions. *Livestock Science*, 199, pp. 1–6. DOI: 10.1016/j.livsci.2017.03.007
- Abecia, J.A. and Palacios, C., 2018. Ewes giving birth to female lambs produce more milk than ewes giving birth to male lambs. *Italian Journal of Animal Science*, 17, pp. 736–739. DOI: 10.1080/1828051X.2017.1415705
- Arias, I. E., Prado, R.O.F., García, M.L.J., Zepeda, B.J.L. and García, C.C. A., 2020. Reference values for biochemical analytes in feral sheep from Socorro Island, Revillagigedo Archipelago, Mexico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72, pp. 2036–2044. DOI: 10.1590/1678-4162-11988
- Arslan, M., Yilmaz, O., Cak, B. and Demirel, A.F., 2020. Performance of Kivircik sheep under three lambing systems in two years. *Pakistan Journal of Zoology*, 53, pp. 1-6. DOI: 10.17582/journal.pjz/20190320070315
- Dwyer, C.M., 2003. Behavioural development in the neonatal lambs: effect of maternal and birth-related factors. *Theriogenology*, 59, pp. 1027–1059. DOI: 10.1016/s0093-691x(02)01137-8
- Elizalde, H.F., Carson, A.F. and Muñoz, C., 2019. Effects of sire genotype on lamb performance at weaning in extensive sheep systems. *Animal*, 13, pp. 213–220. DOI: 10.1017/S1751731118000848
- Faccin, T.C., Riet-Correa, F., Rodrigues, F.S., Santos, A.C., Melo, G.K.A., Silva, J.A., Ferreira, R. and Ítavo, C.C.B.F., Lemos, R.A.A., 2014. Poisoning by *Brachiaria brizantha* in flocks of naïve and experienced sheep. *Toxicon*, 82, pp.1-8. DOI: 10.1016/j.toxicon.2014.02.008
- Gama, L.T., Dickerson, G.E., Young, L.D. and Leymaster, K.A., 1991. Effects of breed, heterosis, age of dam, litter size and birth weight on lamb mortality. *Journal of Animal Science*, 69, pp. 2727–2743. DOI: 10.2527/1991.6972727x
- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gowane, G.R., Swarnkar, C.P., Prince, L.L.L. and Kumar, A., 2018. Genetic parameters for neonatal mortality in lambs at semi-arid region of Rajasthan India. *Livestock Science*, 210, pp. 85–92. DOI:10.1016/j.livsci.2018.02.003
- Hatcher, S., Atkins, K.D. and Safari, E., 2009. Phenotypic aspects of lamb survival in Australian Merino sheep. *Journal of Animal Sciences*, 87, pp. 2781–2790. DOI:10.2527/jas.2008-1547
- Hernández, J. A., Lepe, M., Macedo, R. J., Arredondo, V., Cortez, C. E., García, L. J. and Prado, O. F., 2017. Morphological study of Socorro Island Merino sheep and its crosses with hair breeds. *Tropical Animal Health and Production*, 49, pp.173-178. DOI:10.1007/s11250-016-1177-4
- Hussain, S.M., Herling, V.R., Rodrigues, P.H.M., Naz, I., Khan, H. and Khan, M.T., 2018. Mini review on photosensitization by plants in grazing herbivores. *Tropical Animal Health and Production*, 50: pp. 925–935. DOI:10.1007/s11250-018-1583-x
- INIA., 2017. Manual de manejo ovino. Boletín N° 03. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago de Chile. 154 p.
- Izquierdo, C., Hummel, J. D. and Palma, J. M., 2005. Rescate urgente de un banco de germoplasma en riesgo de extinción: los borregos de la Isla Socorro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 9(2), pp. 3-15.
- Lamesegn, D., Tegegne, F., Mekuriaw, Y. and Chanie, D., 2018. Evaluation of pre-weaning growth performance and survival rate of sheep in Hulet Eju Enesie district, East Gojjam Zone, Ethiopia. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 8, pp. 45–149.
- Kopp, K., Hernandez-Jover, M., Robertson, S., Abuelo, A. and Friend, M., 2020. A survey of New South Wales sheep producer practices and perceptions on lamb mortality and ewe supplementation. *Animals* 10, 1586. DOI: 10.3390/ani10091586
- Macedo, R., Arredondo, V., Rodríguez, J., Ramírez, J. and López, B., 2010. Efecto del sistema de producción, de la época de nacimiento y del sexo sobre la mortalidad neonatal de corderos Pelibuey. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12, pp. 77–84.
- Macedo, R., Arredondo, V., Hernández, M.E., Trillo, O.M. and Hernández, J.A., 2018. Primer estudio sobre el comportamiento productivo predestete de corderos Merino Isla Socorro puros y cruzados con razas de pelo. En: LIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. pp. 233–235.
- Málková, A., Ptáček, M., Stádník, L. and Ducháček, J., 2020. Factors determining survivability traits of Charollais, Kent lambs, and their

- crossbreds during rearing. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 6, pp. 539–549. DOI: 10.11118/actaun202068030539
- McHugh, N., Berry, D.P. and Pabiou, T., 2016. Risk factors associated with lambing traits. *Animal*, 10, pp. 89–95. DOI: 10.1017/S1751731115001664
- Mlimbe, M.E., Hyera, E., Ochanga, P.O., Nguluma, A.S., Marwa, L.J., Rugaimukamu, A.P., Godfrey, J.D., Ngabo, M.S. and Shirima, E.J.M., 2020. Study on the causes and pattern of sheep mortality under farm conditions in Northern Tanzania. *Livestock Research for Rural Development*, 32, 168. <http://www.lrrd.org/lrrd32/10/musae32168.html>
- Montoya, M. C. B., Ruíz, R. J. A., García, M. L. J., Méndez, B. A., Morales, S. E., Ramírez, R. R., Martínez, B. J. and López, M. A., 2019. Hepatogenous photosensitization by *Brachiaria* spp. in sheep: first report in Mexico. *Brazilian Journal of Veterinary Pathology*, 12(3), pp. 128–133. DOI: 10.24070/bjvp.1983-0246.v12i3p128-133
- Mthi, S., Rust, J.M., Mpendulo, C.T., Muchenje, V., Goosen, W.J. and Mbathsa, Z., 2020. Basic factors influencing lamb mortality under low input production systems in the Eastern Cape Province, South Africa. *Applied Animal Husbandry & Rural Development*, 13, pp. 60–68.
- Murray, G.M., Fagan, S., Murphy, D., Fagan, J., Muireagáin, C.O., Froehlich-Kelly, R., Barrett, D.J. Sheehan, M., Wilson, M., Brady, C.P., Hynes, F., Farrell, S., Moriarty, J., Neill, R.O. and Casey, M., 2019. Descriptive analysis of ovine mortality in sentinel sheep flocks in Ireland. *Veterinary Record*, 184, pp. 1–12. DOI: 10.1136/vr.105291
- Nadaf-Fahmideh, M., Hossein-Zadeh, N.G. and Golshani, M., 2016. Study of factors affecting longevity and survival of Iranian Guilan sheep using linear and non-linear models. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 6, pp. 649–655.
- Ortiz-Alcaraz, A., Aguirre-Muñoz, A., Méndez-Sánchez, F. and Ortega-Rubio A., 2016. Feral sheep eradication at Socorro Island, Mexico: a mandatory step to ensure ecological restoration. *Interciencia*, 41, pp. 184–189.
- Perezgrovas, R., Parés P. M., Hummel, J., Zaragoza, L. and Delgado J. V., 2011. Características de la lana en las ovejas autóctonas Ibicenca, Merino, Merino de Grazalema (España) y Merino Socorro (México). *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, pp. 380–383.
- Prado, R.O., Arias, I.E., Carrillo, D.M., Hernández, R.J. and García, C.C., 2021. Metabolic response to water shortage in an isolated feral sheep population. *Austral Journal of Veterinary Science*, 53, pp. 91–97. DOI: 10.4067/S0719-81322021000200091
- Prophet, E., Mills, B., Arrington, J. and Sobin, L., 1992. Laboratory methods in histotechnology. Armed Forces Institute of Pathology. Washington, D.C. 279 p.
- Pupin, R.C., Melo, G.K.A., Heckler, R.F., Faccin, T.C., Ítavo, C.C.B.F., Fernandes, C.E., Gomes, D.C. and Lemos, R.A.A., 2016. Identification of lamb flocks susceptible and resistant against *Brachiaria* poisoning. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 36, pp. 383–388. DOI: 10.1590/S0100-736X2016000500005
- Robertson, S.M., Friend, M.A., Doran, G.S. and Edwards, S., 2018. Caffeine supplementation of ewes during lambing may increase lamb survival. *Animal*, 12, pp. 376–382. DOI: 10.1017/S1751731117001446
- Sawalha, R.M., Conington, J., Brotherstone, S. and Villanueva, B., 2007. Analyses of lamb survival of Scottish Blackface sheep. *Animal*, 1, pp. 151–157. DOI: 10.1017/S1751731107340056
- Tesema, Z., Deribe, B., Kefale, A., Lakew, M., Tilahun, M., Shibesh, M., Belayne, N., Zegeye, A., Worku, G. and Yizengaw, L., 2020. Survival analysis and reproductive performance of Dorper x Tumele sheep. *Heliyon*, 6, e03840. DOI:10.1016/j.heliyon.2020.e03840
- Tifashe, M., Hassan, A., Herago, T. and Tesfamariam, G., 2017. Analysis of morbidity and mortality of sheep and goat in Wolaita Soddo Zuria district, Southern Ethiopia. *Global Veterinaria*, 18, pp. 168–177. DOI: 10.5829/idosi.gv.2017.168.177
- Warren, J.T. and Mysterud, I., 1995. Mortality of domestic sheep in free-ranging flocks in southeastern Norway. *Journal of Animal Science*, 73, pp. 1012–1018. DOI: 10.2527/1995.7341012X