

Causas y factores de riesgo asociados a la mortalidad predestete de terneros en hatos bovinos de doble propósito en Colima, México

Causes and risk factors associated with pre-weaning calf mortality of dual-purpose cattle herds in Colima, Mexico

Luis J. García-Márquez¹, Jairo Pérez-González¹, Johnatan Ruíz-Ramírez¹,
Rafael Macedo-Barragán^{1*}

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar las causas e identificar los factores de riesgo asociados a la mortalidad predestete en cuatro hatos bovinos de doble propósito en Colima, México. Se seleccionaron cuatro hatos y se registraron los nacimientos y muertes durante 12 meses. Se recolectó información sobre el número de parto de la vaca y el sexo del ternero. Se realizó la necropsia en los casos de muerte. Los datos fueron analizados mediante la prueba de Chi-cuadrado y por regresión logística. La tasa de mortalidad predestete fue de 4.30%, ocurriendo la mitad de las muertes dentro de las primeras 48 horas del nacimiento, especialmente por distocia (50%) y anomalías congénitas (25%). Se encontró asociación significativa entre mortalidad con el hato y el número de parto de la vaca ($p < 0.05$), pero no con el sexo del ternero. Los terneros nacidos en el hato C tuvieron 4.60 veces más probabilidades de morir que aquellos nacidos en los otros tres hatos, en tanto que los terneros nacidos de madres múltiparas presentaron un riesgo de muerte 72% menor que los nacidos de madres primíparas.

Palabras clave: distocia, anomalías genéticas, hato, número de parto, sexo

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima, Colima, México

* E-mail: macedo@uacol.mx

Recibido: 20 de julio de 2022

Aceptado para publicación: 23 de enero de 2023

Publicado: 27 de febrero de 2023

©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 aim of this study was to determine the causes and identify the risk factors associated with pre-weaning mortality in four dual-purpose bovine herds in Colima, Mexico. Four herds were selected and births and deaths were recorded for 12 months. Information was collected on the calving number of the dam and the sex of the calf. Necropsy was performed in cases of death. Data were analyzed using the Chi-square test and logistic regression. The pre-weaning mortality rate was 4.30%, with half of the deaths occurring within the first 48 hours after birth, especially due to dystocia (50%) and congenital abnormalities (25%). A significant association was found between herd mortality and the number of calving of the cow ($p < 0.05$), but not with the sex of the calf. Calves born in herd C were 4.60 times more likely to die than those born in the other three herds, while calves born to multiparous dams had a 72% lower risk of death than those born to primiparous dams.

Key words: dystocia, genetic abnormalities, herd, parity, sex

INTRODUCCIÓN

México contaba en 2020 con cerca de 33 y 2.6 millones de cabezas de ganado bovino de carne y leche respectivamente, obteniéndose 2081 millones de toneladas de carne en canal y 12 564 millones de litros de leche, lo que lo posiciona como el sexto y decimosexto productor mundial, respectivamente. Sin embargo, esta producción resulta insuficiente, ya que tan solo en 2020 se importó 3588 millones de litros de leche con un valor aproximado de 879 millones de dólares (SIAP, 2021).

Uno de los más importantes sistemas de producción bovina en México es el de doble propósito, el cual se desarrolla en una superficie mayor a 48 millones de hectáreas y concentra casi la mitad del inventario ganadero bovino. Este sistema se desarrolla principalmente en las zonas de trópico para la producción de carne y leche a partir del ordeño diario de la vaca con el ternero al pie hasta su destete. Se utilizan animales cruzados producto del apareamiento entre razas tipo cebú y europeas como Pardo Suizo, Holstein y Simmental, entre otras. El pastoreo de pastos nativos e introducidos constitu-

ye la base de la alimentación del ganado, la cual se complementa principalmente en época de secas con subproductos agroindustriales y residuos de cosechas (Cuevas-Reyes y Rosales-Nieto, 2018; Granados-Rivera *et al.*, 2018; Ruiz-Sesma *et al.*, 2021).

No obstante que las explotaciones bovinas de doble propósito muestran una elevada capacidad de resiliencia y versatilidad, presentan una baja productividad en términos de litros de leche por cabeza por día, así como bajos niveles de eficiencia y de innovación tecnológica (Espinosa *et al.*, 2015). La mortalidad de los terneros representa una de las principales causas de la baja productividad y rentabilidad, debido a una reducción en el número de terneros para la venta y de novillas para reemplazo, además de pérdidas indirectas por subutilización de equipos e infraestructura (Segura-Correa *et al.*, 2018). En México se dispone de escasos estudios recientes sobre la mortalidad pre-destete en ganado doble propósito. Así, Rojo-Rubio *et al.* (2009) reportaron una mortalidad de terneros al destete de 10 a 15%, siendo el 63% de las pérdidas dentro de los dos primeros meses de vida, debido principalmente a deficiencias nutricionales y enfermedades parasitarias, respiratorias y gastrointestinales. Más

recientemente, Segura-Correa *et al.* (2018) encontraron una mortalidad pre-destete del 9.65% indicando como principales factores de riesgo el año y estación de nacimiento y el número de parto y grupo racial de la vaca.

El estado de Colima se encuentra ubicado en la región de trópico seco de México, cuenta con una población de 185 614 bovinos (SIAP, 2022), manejados en su mayoría bajo un sistema de producción de doble propósito, sin que se disponga de información básica sobre su mortalidad, por lo que la presente investigación tuvo como objetivo determinar las causas e identificar los factores de riesgo asociados a la mortalidad predestete en hatos bovinos de doble propósito en Colima, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante un periodo de 12 meses en cuatro hatos localizados en el estado de Colima, México, seleccionados por ser representativos del sistema de doble propósito y por el compromiso de los productores.

El hato A se localiza en el municipio de Coquimatlán (19°14'29" N - 103°49'22" O) a una altitud de 400 msnm. La zona presenta una temperatura media anual de 25.6 °C y una precipitación de 962 mm distribuida de julio a octubre (INEGI, 2017). Está compuesto por 224 vientres, 6 sementales adultos, 6 sementales en desarrollo y 132 terneros menores de 7 meses. Los animales son cruce de Brahman con razas europeas, principalmente con Limousin, Charolais, Simmental y Beef Máster. El pastoreo es rotacional en praderas de pasto Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Chetumal (*Brachiaria humidicola*) y Guinea (*Panicum maximum*).

El hato B se localiza en el municipio de Colima (19°17'35" N - 103°42'06" O) a una altitud de 500 msnm. La zona presenta una temperatura media anual de 25.6 °C y una precipitación de 962 mm distribuidos de julio a octubre (INEGI, 2017). La población es de 170 vientres, 5 sementales y 69 terneros menores a 7 meses, producto de cruces Brahman con razas europeas principalmente Limousin, Charolais, Simmental y Beef Máster. El pastoreo es rotacional en praderas de pasto de Estrella Africana, Insurgente y Guinea.

El hato C se localiza en el municipio de Comala (19°20'27" N - 103°46'42" O) a una altitud de 740 msnm. La zona presenta una temperatura media anual de 24.3 °C y una precipitación de 1036 mm distribuida entre julio a octubre (INEGI, 2017). La población es de 37 vientres, 1 semental, 10 toretes, 30 vaquillas en desarrollo y 16 terneros menores de 9 meses de las razas Brahman y Limousin. El pastoreo es rotacional en praderas con pasto Estrella Africana, Pangola, Insurgente, Chetumal y Guinea.

El hato D se localiza en el municipio de Colima (19°13'11" N - 103°45'01" O) a una altitud de 500 msnm. La zona presenta una temperatura media anual de 25.6 °C y una precipitación media anual de 962 mm distribuida entre julio a octubre (INEGI, 2017). La población es de 120 vientres, 11 sementales adultos, 1 semental en desarrollo y 20 terneros menores de 7 meses. El tipo de ganado es mayormente cruces de Brahman con razas europeas destacando Simmental, Pardo Suizo y Beef Máster. El pastoreo es rotacional en praderas de pasto Estrella Africana y se les suplementa con bloques nutricionales en la temporada seca.

En los cuatro hatos se utiliza monta directa y palpación rectal para confirmar la gestación y se suplementa a los animales con pollinaza y rastrojo de cultivos (maíz, sorgo, etc.) en la temporada seca (en el hato D se

Cuadro 1. Causas de mortalidad predestete en hatos bovinos de doble propósito en Colima, México

Causa		Muertes	
		n	%
Distocia	Neumonía por aspiración de meconio (Figura 1)	8	50.0
Anormalidades congénitas	Atresia anal con microftalmia bilateral (Figura 2)	1	6.2
	Atresia biliar congénita	1	6.2
	Dextraposición de la aorta	1	6.2
	Hidrocefalia y braquignatia superior	1	6.2
Gastroentéricas	Clostridiasis (Figura 3)	1	6.2
	Coronavirus	1	6.2
	Timpanismo-tricobezoares	1	6.2
Neumonías	Bronconeumonía supurativa	1	6.2
Total		16	100.0

suplementa con bloques nutricionales). El manejo profiláctico consiste en la aplicación anual de vacunas contra la rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), diarrea viral bovina (DVB), parainfluenza bovina 3 (PI3), virus sincitial respiratorio bovino (BRSV) y contra las especies de *Clostridium* (*C. chauvoei*, *C. septicum*, *C. haemolyticum*, *C. novyi*, *C. sordelli*, *C. perfringens* tipo C y D) y *Mannheimia haemolytica*. Adicionalmente, en los hatos B, C y D se aplicó la vacuna contra la rabia paralítica bovina. En todos los hatos se realizan pruebas para la detección de tuberculosis y brucelosis conforme a las normas NOM-031-ZOO-1995 y NOM-041-ZOO-1995, respectivamente (SENASICA, 2022). El control de endoparásitos se realiza de forma anual con Ivermectina al 1% y se realizan baños mensuales con amidinas para el control de ectoparásitos.

Cada hato se visitó una vez por semana mientras que la recolección de los terneros muertos se realizó con la prontitud posible. La necropsia se realizó a la brevedad para evitar que la lisis de los tejidos afectara la

interpretación de los resultados, siguiendo los procedimientos de rutina indicados por Prophet *et al.* (1992). Las necropsias se realizaron en el Laboratorio de Patología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Colima en los casos que se pudo realizar el transporte de los animales nuestros, caso contrario se realizó *in situ*.

El análisis de la asociación entre hato (A, B, C, D), sexo de la cría (macho, hembra) y número de parto de la madre (1, 2, 3, 4) con la mortalidad predestete se hizo utilizando la prueba de Chi-cuadrado. Adicionalmente, se realizó un análisis de Regresión Logística con los factores significativamente asociados con la mortalidad ($p < 0.05$) (Hosmer *et al.*, 2013). Para esto, se reagruparon los datos de los hatos (A-B-D y C) y del número de parto (1 y ≥ 2).

RESULTADOS

El porcentaje de mortalidad predestete general fue de 4.30%, consecuencia de 16 terneros muertos entre 372 nacidos. La princi-

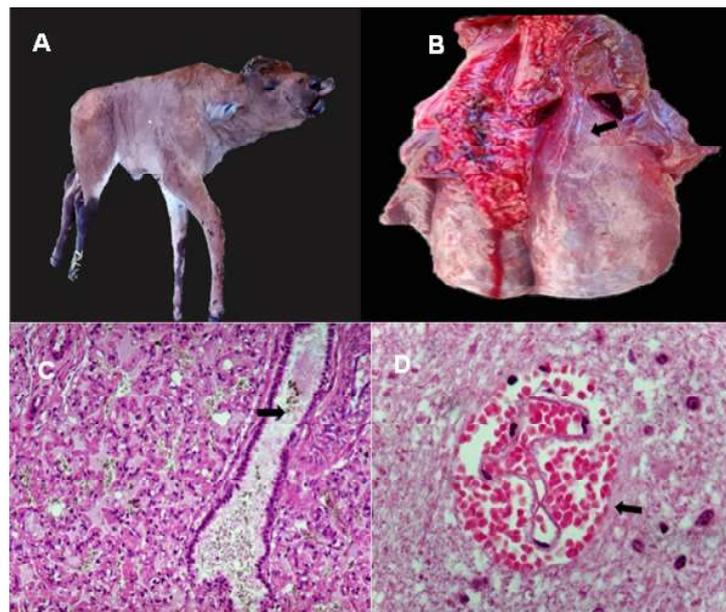


Figura 1. Becerro Brahman x Pardo Suizo. Causa de muerte: neumonía por aspiración de meconio. (A) con lesiones de dislocación de las extremidades; (B) Pulmones congestionados (flecha); (C) Restos de meconio en bronquiolo (flecha). Tinción hematoxilina y eosina (HE), objetivo 10X; (D) Hemorragia en cerebro eritrocitos fuera de capilar colapsado (flecha). Tinción hematoxilina y eosina (HE), 40X

pal causa de mortalidad fue la distocia, seguida por anomalías congénitas, infecciones gastrointestinales y neumonía. La mitad de los casos de mortalidad ocurrieron dentro de las 48 horas del nacimiento (Cuadro 1).

La mortalidad predestete estuvo significativamente asociada ($p < 0.05$) con el hato y el número de parto de la madre, habiendo mayor mortalidad de terneros en el hato C y de vacas de primer parto. No se observó una asociación significativa ($p > 0.05$) con el sexo del ternero (Cuadro 2).

El análisis de regresión logística indicó que los terneros nacidos en el hato C tuvieron 4.60 veces más probabilidades de morir que aquellos nacidos en los hatos A, B y D. La razón de momios para el número de parto de la vaca fue de 0.28, con un intervalo de confianza menor a 1, por lo que los terneros nacidos de madres multíparas presentaron un riesgo de muerte 72% menor que los nacidos de madres primíparas (Cuadro 3).

DISCUSIÓN

El 4.30% de mortalidad predestete fue menor a la encontrada en Yucatán, México (9.65%) en ganado cebú Brahman, Nellore y Guzerat y sus cruizas con Pardo Suizo manejados bajo un sistema de producción similar (Segura-Correa *et al.*, 2018), así como del 10-15% reportado para el país por Rojo-Rubio *et al.* (2009). Otros estudios en ganado doble propósito reportan mortalidades predestete del 8.93% en Venezuela (Aular y Martínez, 2015), entre 3 y 11% en Colombia (González-Quintero *et al.*, 2020) y 13.7% en Brasil (Pires *et al.*, 2020).

De acuerdo con lo expuesto por Mee *et al.* (2019), la distocia representa la principal causa de muerte perinatal de terneros, con 50% de las pérdidas, en tanto que Fernández *et al.* (2007) indican que en Argentina representó el 16.2% de pérdidas por esta causa en razas de carne. Estos autores asocian la ocurrencia de

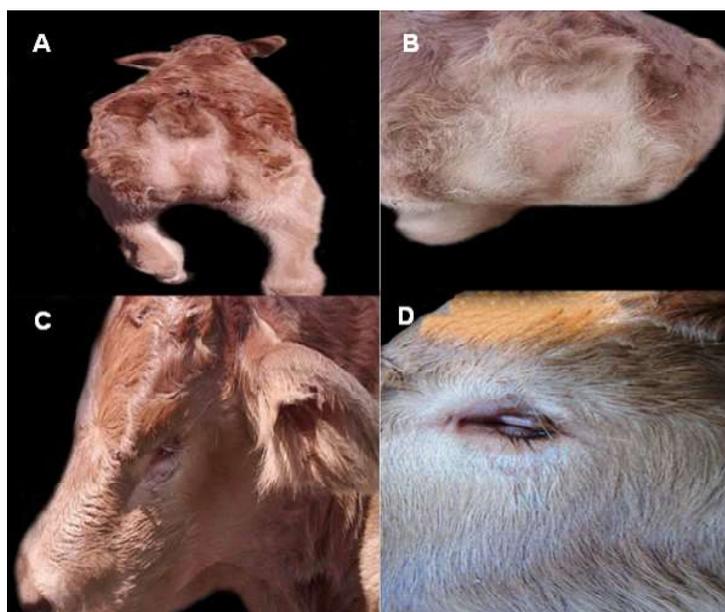


Figura 2. Neonato Limousine macho. Lesión causal de muerte: Atresia anal con microftalmia bilateral. (A) Atresia anal; (B) Acercamiento en el cual se observa la carencia de orificio anal (atresia anal); (C) y (D) Acercamiento de la región ocular donde se observa el ojo disminuido de tamaño (microftalmia) bilateral

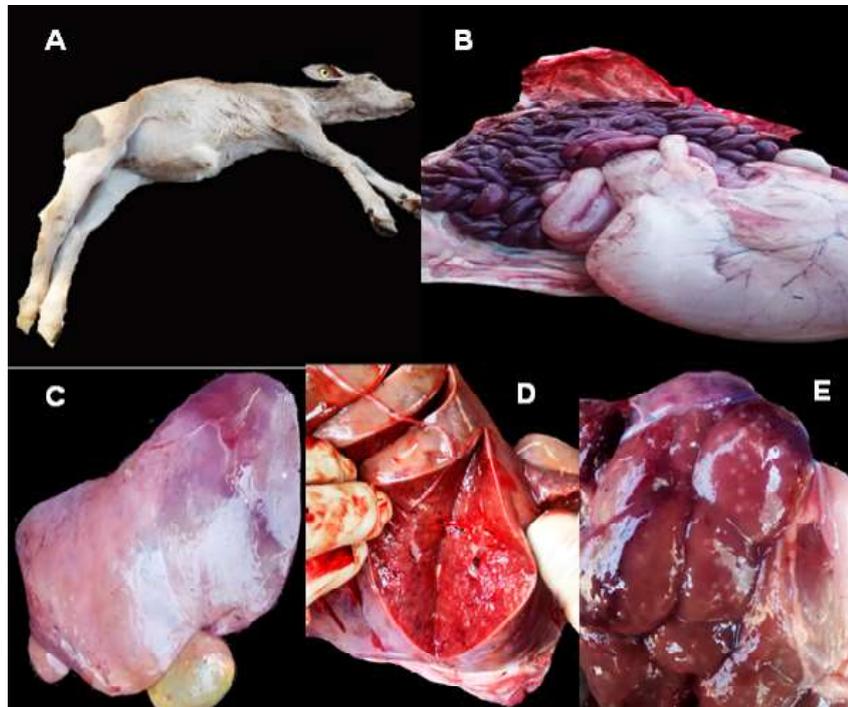


Figura 3. Becerro hembra de 7 meses. Causa de muerte: Clostridiasis. (A) Becerro con distensión abdominal; (B) Enteritis hemorrágica y necrótica; (C) y (D) Hígado congestionado; (E) Riñones congestionados y con manchas blancas multifocales aproximadamente de 3 mm (nefritis embólica)

Cuadro 2. Asociación estadística entre mortalidad predestete y el hato, sexo del ternero y número de parto de la vaca (Colima, México)

Factor	Nivel	Terneros nacidos	Terneros muertos	Mortalidad (%)	Chi-cuadrado	Valor p
Hato	A	128	5	3.91	16.91	0.00
	B	144	2	1.39		
	C	20	3	15.00		
	D	80	6	7.50		
Sexo	Macho	191	12	6.28	2.08	0.14
	Hembra	181	4	2.20		
Número de parto	1	207	13	6.29	8.61	0.03
	2	90	1	1.12		
	3	66	2	3.04		
	4	9	0	0.00		

Cuadro 3. Análisis de regresión logística de los factores de riesgo asociados con la mortalidad predestete de terneros en Colima, México

Factor	Nivel	Mortalidad (%)	β_0	β_1	p	RM	IC 95%
Hato	A, B y D	3.69	-3.26	1.53	0.03	4.60	1.2 – 17.7
	C	15.00					
Número de parto	1	6.29	-2.70	-1.29	0.04	0.28	0.08 – 0.98
	≥ 2	1.82					

β_0 : ordenada al origen de la función de regresión; β_1 : coeficiente de la pendiente de la recta; RM: razón de momios

partos distócicos al sexo (mayor incidencia en machos) y al tamaño del neonato, más no al número de parto de la madre, que en el presente estudio 7 de 8 muertes por distocia ocurrieron en crías de vacas primíparas. La alta incidencia de muertes relacionadas con dificultades al parto representa un área de oportunidad que debe atenderse a través de la capacitación de los productores y los trabajadores (Norquay *et al.*, 2020), especialmente en vaquillas (Abera, 2017).

Las anomalías genéticas representaron la segunda causa de muerte (25%), en frecuencia superior al 11.8% reportado por Fernández *et al.* (2007) en Argentina y del

14.7% reportado por Norquay *et al.* (2020) en Inglaterra al evaluar alrededor de 200 muertes en cada caso.

Las principales causas de muerte durante los primeros siete meses de vida en terneros de doble propósito suelen ser atribuidas a deficiencias nutricionales y a enfermedades parasitarias, respiratorias y gastrointestinales (Rojo-Rubio *et al.*, 2009; Zhang *et al.*, 2019; Molossi *et al.*, 2021; Alemu *et al.*, 2022), siendo en el presente estudio de 25% de los casos, lo cual puede explicarse por el buen manejo profiláctico realizado por los propietarios de los cuatro hatos estudiados, consistente en la inmuniza-

ción del ganado contra las enfermedades de mayor prevalencia en la región y la aplicación de antiparasitarios.

El sexo de la cría no se consideró un factor de riesgo de importancia en la mortalidad predestete, tal y como ha sido demostrado en otros estudios (Segura-Correa *et al.*, 2018; Pires *et al.*, 2020). Sin embargo, Norquay *et al.* (2020) indican que los terneros machos presentan 2.5 veces más probabilidades de morir durante las primeras 48 horas de vida que las hembras, mientras que Aular y Martínez (2015) encontraron una mortalidad 14.13% mayor en los machos con respecto a las hembras.

Con respecto al número de parto de la vaca, los resultados del presente estudio coinciden con los hallazgos de Segura-Correa *et al.* (2018), quienes encontraron que las vacas de primer parto tuvieron la mayor tasa de mortalidad (14.5%) y sus crías tuvieron tres veces más posibilidades de morir que las de las vacas multíparas. Asimismo, Aular y Martínez (2015) encontraron mayor mortalidad para las crías de vacas primíparas (10.0%) que en crías de vacas con más partos. Sin embargo, Pires *et al.* (2020) no encontraron diferencia en la tasa de mortalidad de terneros nacidos de vacas primíparas menores de tres años con vacas multíparas mayores de cuatro años.

El hato de nacimiento representó el principal factor de riesgo de muerte del ternero, lo que generalmente se explica por el número de animales que lo componen y las diferencias en su manejo. En el presente estudio, la mayor mortalidad se presentó en el hato más pequeño (hato C). En este sentido, Raboisson *et al.* (2013) y González-Quintero *et al.* (2020) encontraron que la tasa de mortalidad disminuía con el aumento del tamaño del hato. Waldner *et al.* (2013) indican que los productores de hatos más grandes son usuarios más intensivos de servicios veterinarios que aquellos con hatos más pequeños y parecen ser más conscientes con los conceptos de salud del rebaño. Por el contrario,

Zucali *et al.* (2013) indicaron que el tamaño del hato en Italia no afectó la mortalidad de los terneros, atribuyendo el resultado a una mayor conocimiento y capacidad de los trabajadores.

CONCLUSIONES

- El porcentaje de mortalidad predestete en cuatro hatos de doble propósito en Colima, México, fue de 4.30% (16 terneros muertos entre 372 nacidos).
- Los partos distócicos representaron la principal causa de mortalidad predestete en terneros criados bajo un sistema de producción de doble propósito en Colima, México, lo cual estuvo asociado con el hato y el número de parto de la vaca.

LITERATURA CITADA

1. **Abera D. 2017.** Management of dystocia cases in the cattle: A review. *J Reprod Infertil* 8: 1-9. doi: 10.5829/idosi.jri.2017.01.09
2. **Alemu YF, Jemberu WT, Mekuriaw Z, Abdi RD. 2022.** Incidence and predictors of calf morbidity and mortality from birth to 6-months of age in dairy farms of northwestern Ethiopia. *Front Vet Sci* 9: 859401. doi: 10.3389/fvets.-2022.859401
3. **Aular AK, Martínez GE. 2015.** Mortalidad en vacunos entre el nacimiento y doce meses de edad en dos fincas doble propósito del estado Trujillo. *Rev Fac Cs Vets UCV* 56: 17-26.
4. **Cuevas-Reyes V, Rosales-Nieto C. 2018.** Characterization of the dual-purpose bovine system in northwest Mexico: producers, resources and problematic. *Rev MVZ Córdoba* 23: 6448-6460. doi: 10.21897/rmvz.1240
5. **Espinosa GJA, Góngora GSF, García MA, Cervantes EF, Moctezuma LG, Mancilla RME, Rangel QJ, et al. 2015.** Aspectos socioeconómicos de la

- ganadería bovina tropical. En: González PE, Dávalos FJL (eds). Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical. México: REDGATRO - CONACYT. p 230-250.
6. **Fernández ME, Campero CM, Morrell E, Cantón GJ, Moore DP, Cano A, Malena R, et al. 2007.** Pérdidas reproductivas en bovinos causadas por abortos, muertes prematuras, natimortos y neonatos: casuística del periodo 2006-2007. *Rev Med Vet* 88: 246-254.
 7. **González-Quintero R, Barahona-Rosales R, Bolívar-Vergara DM, Chirinda N, Arango J, Pantévez HA, Correa-Londoño G, et al. 2020.** Technical and environmental characterization of dual-purpose cattle farms and ways of improving production: a case study in Colombia. *Pastoralism* 10: 19. doi: 10.1186/s13570-020-00170-5
 8. **Granados-Rivera LD, Quiroz-Valiente J, Maldonado-Jáquez JA, Granados-Zurita L, Díaz-Rivera P, Oliva-Hernández J. 2018.** Caracterización y tipificación del sistema doble propósito en la ganadería bovina del distrito de desarrollo rural 151, Tabasco, México. *Acta Univ* 28: 47-57. doi: 10.15174/au.2018.1916
 9. **Hosmer Jr DW, Lemeshow S, Sturdivant RX. 2013.** Applied logistic regression. New Jersey, USA: John Wiley. 375 p.
 10. **[INEGI] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Colima 2017.** México. 393 p. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092061.pdf
 11. **Mee J, Sen I, Aytmirza KA, Abdusalam UN, Tas A. 2019.** Risk factors for, and causes of, perinatal calf mortality and implications for calf welfare. *MJAVL* 9: 35-41.
 12. **Molossi FA, de Cecco BS, Pohl CB, Borges RB, Sonne L, Pavarini SP, Driemeier D. 2021.** Causes of death in beef cattle in southern Brazil. *J Vet Diagn Invest* 33: 677-683. doi: 10.1177/1040-6387211007952
 13. **Norquay R, Orr J, Norquay B, Ellis KA, Mee JF, Reeves A, Scholes S, Geraghty T. 2020.** Perinatal mortality in 23 beef herds in Orkney: incidence, risk factors and aetiology. *Vet Rec* 187: 1-7. doi: 10.1136/vetrec-2019-105536
 14. **Pires BV, Freitas LA, Silva GV, Mendonça GG, Savegnago RP, Lima MLP, El Faro L, et al. 2020.** Maternal-offspring behavior of Guzerat beef cattle. *Pesqui Agropecu Bras* 55: e01504. doi:10.1590/S1678-3921.pab2020.v55-01504
 15. **Prophet E, Mills B, Arrington J, Sobin L. 1992.** Laboratory methods in histotechnology. Washington, USA: Armed Forces, Institute of Pathology. 279 p.
 16. **Raboisson D, Delor F, Cahuzac E, Gendre C, Sans P, Allaire G. 2013.** Perinatal, neonatal, and rearing period mortality of dairy calves and replacement heifers in France. *J Dairy Sci* 96: 2913-2924. doi: 10.3168/jds.2012-6010
 17. **Rojo-Rubio R, Vázquez-Armijo JF, Pérez-Hernández P, Mendoza-Martínez GD, Salem AZM, Albarrán-Portillo B, González-Reyna A, et al. 2009.** Dual purpose cattle production in Mexico. *Trop Anim Health Pro* 41: 715-721. doi: 10.1007/s11250-008-9249-8
 18. **Ruiz-Sesma B, Herrera-Haro JG, Rojas-Martínez RI, Mendoza-Nazar P, Ruiz-Sesma H, Ruiz-Hernández H. 2021.** Caracterización del sistema doble propósito bovino y evaluación reproductiva de toros en el estado de Chiapas. *Ecosist Recur Agropec* 2: e2811. doi: 10.19136/era.a8nII.2811
 19. **Segura-Correa JC, Segura-Correa VM, Magaña-Monforte JG, Aké-López JR. 2018.** Risk factors associated with abortion and calf preweaning mortality in a beef cattle system in Southeastern Mexico. *Trop Subtrop Agroecosys* 21: 439-445.

20. [SENASICA] *Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria*. 2022. Normas Oficiales Mexicanas en Materia de Salud Animal. Disponible en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/normatividad-en-materia-de-salud-animal>
21. [SIAP] *Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera*. 2021. Panorama agroalimentario 2021. SIAP. 210 p.
22. [SIAP] *Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera*. 2022. Inventario 2020 bovinos carne y leche. [Internet]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/655392/Inventario_2020_bovinos_-carne_y_leche.pdf
23. Waldner C, Jelinski MD, McIntyre-Zimmer K. 2013. Survey of western Canadian beef producers regarding calf-hood diseases, management practices, and veterinary service usage. *Can Vet J* 54: 559-564.
24. Zhang H, Wang Y, Chang Y, Luo H, Brito LF, Dong Y, Shi R, et al. 2019. Mortality-culling rates of dairy calves and replacement heifers and its risk factors in Holstein cattle. *Animals* 9: 730. doi: 10.3390/ani9100730
25. Zucali M, Bava L, Tamburini A, Guerci M, Sandrucci A. 2013. Management risk factors for calf mortality in intensive Italian dairy farms. *Ital J Anim Sci* 12: 162-166. doi: 10.4081/ijas.2013.e26