



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

Programa de Posgrados

**DESCARTE DE VACAS EN RODEOS LECHEROS DE
URUGUAY Y DIAGNÓSTICO DE DOS ENFERMEDADES NO
DESCRITAS EN VACAS LECHERAS DEL PAÍS**

BENJAMÍN DONCEL DÍAZ; MVZ, MSc

TESIS DE DOCTORADO EN SALUD ANIMAL

**URUGUAY
2022**



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA

Programa de Posgrados

**DESCARTE DE VACAS EN RODEOS LECHEROS DE
URUGUAY Y DIAGNÓSTICO DE DOS ENFERMEDADES NO
DESCRITAS EN VACAS LECHERAS DEL PAÍS**

BENJAMÍN DONCEL DÍAZ; MVZ, MSc

Franklin Riet Correa
Director de Tesis

Federico Giannitti
Co-director

2022

INTEGRACIÓN DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE TESIS

Cecilia Cajarville; DMTV, PhD (presidente)
Facultad de Veterinaria
Universidad de la República - Uruguay

Santiago Fariña; Ing. Agr., PhD
Programa Nacional de Investigación en Producción de
Leche
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - Uruguay

Alejo Menchaca; DVM, MSc, PhD
Plataforma de Investigación en Salud Animal
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - Uruguay

2022



Tribunal de Veterinaria
Universidad de la República
Uruguay



ACTA DE TESIS DE DOCTORADO

ORIENTACIÓN: Salud animal

LUGAR Y FECHA DE LA DEFENSA: Aula y por zoom, 24/08/2022

TRIBUNAL: Cecilia Cajarville, Santiago Fariña y Alejo Menchaca.

Passaporte	NOMBRE	CALIFICACIÓN	NOTA
(COL) PAS. AP819900	Benjamin Doncel Diaz	11	SSMB

TRIBUNAL

Cecilia Cajarville

Santiago Fariña

Alejo Menchaca

FIRMA

NOTA: La calificación mínima para aprobar la defensa es B.B.B (6)

El tribunal considera que se trata de un trabajo original, completo y complejo, que aporta información nueva y relevante. El documento de tesis contiene dos trabajos ya publicados en revistas arbitradas e indexadas, y contiene otro trabajo en redacción para su publicación. El doctorando presentó en forma clara, respondiendo las preguntas y observaciones del tribunal con solvencia y conocimiento profundo del tema. El tribunal realizó observaciones y sugerencias sobre el material escrito que fueron bien recibidas por el tesista, se discutieron y que serán consideradas por parte de tesista y directores para la mejora del documento final.

En Santiago, el día 24 de agosto de 2022.

Informe del Tribunal

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa los agradecimientos:

Al Dr. Franklin Riet Correa por recibirme como estudiante, su valiosa orientación en el proceso de formación del Doctorado, enseñanzas y estar pendiente de mi bienestar en Uruguay.

Al Dr. Federico Giannitti por todos los aportes como cotutor y enseñanza en los quehaceres del diagnóstico veterinario.

Al Dr. Francisco Carvallo por el apoyo en la búsqueda de lugar para estudiar el Doctorado.

A la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá por otorgarme la Comisión de Estudios.

Al Posgrado de Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República de Uruguay, por aceptar mi postulación al Doctorado en Salud Animal.

Al INIA por otorgar la beca que me dio la tranquilidad para poder dedicarme al desarrollo del trabajo, especialmente, a la administración del INIA La Estanzuela por el apoyo permanente y oportuno en la parte administrativa, fueron amables y dieron la orientación precisa para seguir adelante con el trabajo.

A CONAPROLE en Especial a Jorge Artagaveytia, Guillermo Battegazzore y Mauro Torterolo. A los productores y asesores: Familia Rapetti Rolando, Luis Diana, Familia Dietrich, Silvio Marzaroli y María Teresa Almirón, Leticia Fajardo, G&L Talmón, Martín Fiuca, Luisina Delgado, Hugo Betancourt, Luisina Gonnet, André Mondón, Álvaro González, Daniel Martínez, Jorge Martínez, Alicia Félix, Familia Hernández, Carlos Lemaire y La Unidad de Lechería del INIA, La Estanzuela que me abrieron las puertas para llevar a feliz término este trabajo, día tras día me ayudaron a comprender el fascinante mundo de la producción lechera y entregaron sus mejores conocimientos en el descarte de vacas lecheras.

A Eduardo Vidal, Marcelo Plat, Santiago Fariña, Bruno López, Tomás López, Esteban López y Víctor Medina por todo el cariño, aportes y apoyo durante mi ensayo piloto, y proyecto de descarte de vacas lecheras en el tambo convencional.

A los Dres. Martín Fraga, Gustavo Gastal y Luis Gustavo Corbellini por su apoyo con el proyecto en sus respectivas áreas del conocimiento.

A Yisell Perdomo, Anderson Saravia, Laura Casaux, Cecilia Monesiglio y María Cuneo; a los investigadores del Laboratorio de Virología CENUR Salto, Instituto Pasteur, DILAVE, Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), UC Davis, Facultad de Ciencias, IIBCE, MU en especial a Fernando Sotelo y la FVET por todos los aportes desde sus respectivas áreas de conocimiento para sacar adelante el proyecto, las actividades de diagnóstico veterinario y los artículos. A Bruno Guidi por la dedicación en la enseñanza del examen y el diagnóstico de las enfermedades podales.

A Virginia, Ricardo, Darío, Juan Darío, Ana, Juan Pablo, Matías, Bernardo, Caroline, Melissa, Sofía, Miguel, Marina, Hilda, Samantha, Nélica, Cecilia, Ludmila, Victoria, los estudiantes de grado, posgrado, posdoctorado y pasantes, que compartieron la linda experiencia en la Plataforma de Investigación en Salud Animal y/o Lechería en el periodo 2018-2021, todos me enseñaron desde diferentes perspectivas, me brindaron cariño, apoyo permanente en el trabajo o en la vida personal durante mi estadía en Uruguay.

A los coautores de los artículos y a los Dres. Cecilia Cajarville, Santiago Fariña y Alejo Menchaca del tribunal de la defensa de la Tesis por el enriquecimiento del trabajo con sus valiosos aportes.

A los demás amigos de Uruguay... La lista es muy grande, me hicieron sentir como una persona más de la familia.

Por último pero no menos importante a mi familia y a la Sra. Luz Marina Ramírez.

¡Siempre hubo una mano para apoyarme cuando la necesité, gracias por tanto!

DEDICATORIA

A DIOS por la segunda oportunidad de estar otros más años para cumplir una de las metas aplazadas.

A mi esposa Ana Orozco, mis hijos Martín y Alejandro por su compañía y apoyo emocional, compartimos alegrías y sorteamos las dificultades durante nuestra estadía en Uruguay, una linda experiencia que nos permitió crecer como familia y personas.

A mis hermanos Orlando, Marystella y Pedro, y a la familia Orozco Ramírez por todo el apoyo integral a este proceso de formación académica, familiar y personal.

A mis hijos David y Sofía, y a los amigos que creyeron en mí, me dieron tranquilidad y confianza desde la distancia para sacar adelante el Doctorado como proyecto académico y cerrar esta etapa en mi vida.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.....	5
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
3. HIPÓTESIS.....	11
4. OBJETIVOS	
4.1. GENERAL.....	11
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
5. ESTRATEGIAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
6. CAPÍTULO 1: DESCARTE DE VACAS LECHERAS EN RODEOS DE URUGUAY.....	14
7. CAPÍTULO 2: HIPOMAGNESEMIA EN GANADO LECHERO EN URUGUAY.....	57
8. CAPÍTULO 3: ENCEFALITIS ASOCIADA A ASTROVIRUS BOVINO NEUROTRÓPICO ¿UNA ENFERMEDAD SUBDIAGNOSTICADA EN SUDAMÉRICA?.....	72
9. DISCUSIÓN GENERAL.....	84
10. CONCLUSIONES GENERALES.....	88
11. CONSIDERACIONES FINALES.....	89
12. REFERENCIAS.....	90
13. ANEXOS.....	114

RESUMEN

El descarte prematuro de vacas lecheras representa incremento de costos y afecta el tamaño del rodeo. El descarte para faena identifica los problemas de salud del rodeo o mejora la productividad mediante la sustitución de las vacas descartadas por vacas más rentables. Así, se hace necesario conocer las tasas de descarte de las vacas lecheras e identificar sus causas. Esta información permitiría a los productores lecheros implementar programas para reducir las pérdidas económicas e incrementar el tamaño o la longevidad del rodeo. Los objetivos de este estudio fueron estimar las tasas de descarte de vacas en rodeos lecheros de Uruguay e identificar sus causas. Se calcularon las frecuencias de descarte de vacas lecheras para faena y por mortalidad según la paridad, la etapa de lactancia y la estación del año. También se analizaron los datos productivos y reproductivos de las vacas descartadas y se identificaron por primera vez en vacas lecheras del país dos enfermedades que causan mortalidad y contribuyen a las tasas de descarte actuales de las vacas lecheras en Uruguay, la hipomagnesemia y la astrovirus neurotrópica. Se desarrolló un estudio observacional longitudinal prospectivo entre junio de 2019 y mayo de 2020, en 12 tambos localizados en los departamentos de Colonia y San José. La población en los tambos varió entre 74 y 740 vacas masa (VM) a nivel de rodeo, con población promedio de 3126 VM. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva. La tasa total de descarte de vacas lecheras fue del 23,1% (n = 721). El descarte de vacas para faena fue del 18,1% (n = 565), la mortalidad fue del 4,5% (n = 141) y la venta como animales de ordeño para otras lecherías fue del 0,5% (n = 15). El descarte de vacas lecheras para faena por problemas reproductivos fue de 29,3% (n = 211), por mastitis de 25,9% (n = 187), por mala conformación de la ubre de 6,2% (n = 45), por cojeras de 4,6% (n = 33) y por otras enfermedades de 4,7% (n = 34). El descarte de vacas para faena por problemas reproductivos, problemas de la ubre, cojeras y otras enfermedades fue del 90,3% (n = 510), que considerando la mortalidad sumó el 92,2% (n = 651) del descarte total de vacas. La mortalidad de vacas correspondió a 19,6% (n = 141) del descarte total. El descarte de vacas para faena se asoció significativamente con la paridad ($p < 0,05$). La frecuencia de descarte de vacas para faena fue mayor en vacas de más de 3 partos (34,9%, n = 197) seguidas de vacas de primer parto (25,3%, n = 143). La frecuencia de descarte de vacas para faena fue mayor en vacas en lactancia tardía (46%, n = 260) seguida por

vacas en lactancia temprana (26,7%, n = 151) ($p < 0,05$). La mayor frecuencia de mortalidad ocurrió en vacas de más de 3 partos (48,9%, n = 69) y en lactancia temprana (54,6%, n = 77) ($p < 0,05$). Los parámetros productivos y reproductivos promedio de las vacas faenadas o muertas en el rodeo (conjunto) fueron: vida en el rodeo (VR): 66,3 meses; vida productiva (VP): 38,1 meses; número de partos: 3; producción de leche en la vida productiva (PVP): 22842 L en 967 días en leche (DEL); producción diaria durante la vida productiva (PDVP): 22,6 L; y producción diaria durante la vida en el rodeo (PDVR): 10,1 L. Se diagnosticó un brote de hipomagnesemia que afectó un rodeo de 270 vacas. La mortalidad fue de 3,3% en 59 días y la enfermedad afectó vacas entre 1 y 9 años de edad que estaban en lactancia temprana y media. La enfermedad fue controlada mediante la formulación de una dieta adecuada con suplementación correcta de magnesio (Mg). Un caso de astrovirus neurotrópica fue diagnosticado en una vaca Jersey de primer parto en lactancia temprana con sintomatología nerviosa y desenlace fatal. El diagnóstico de esta enfermedad es importante porque cursa con signos clínicos similares a otras enfermedades del sistema nervioso, tales como la rabia y la listeriosis, que son de importancia en salud pública. La hipomagnesemia y la astrovirus neurotrópica son dos causas de mortalidad no descritas hasta ahora en vacas lecheras en Uruguay. En conclusión, las tasas de descarte de vacas lecheras de Uruguay son similares o inferiores a las observadas en países con vacas en confinamiento y sistemas lecheros alimentados con ración, pero mayores que las tasas observadas en países con sistemas lecheros basados en forrajes. Se hace necesario implementar estrategias apropiadas de control y prevención de mastitis, problemas reproductivos, otras enfermedades, y así como para disminuir la mortalidad para reducir el descarte prematuro de vacas.

Palabras clave: astrovirus, bovina, descarte, vacas lecheras, hipomagnesemia, mastitis, mortalidad, problemas reproductivos, Uruguay.

ABSTRACT

Premature culling of dairy cows represents an increase in costs and affects the size of the herd. Cull to slaughter identifies herd health problems or improves productivity by replacing culled cows with more profitable cows. Thus, it is necessary to know the culling rates of dairy cows and identify the causes. This information would allow

dairy to implement programs to reduce economic losses, increasing herd size or longevity. The aims of this study were to estimate the culling rates of cows in dairy herds in Uruguay and to identify their causes. The frequencies of culling dairy cows for slaughter and due to mortality were calculated based on parity, stage of lactation and season of year. The productive and reproductive data of culling cows were also analyzed and two diseases that cause mortality and contribute to the current culling rates of dairy cows in Uruguay, hypomagnesemia and neutropic astrovirus, were identified for the first time in dairy cows in the country. A prospective longitudinal observational study was conducted between June 2019 to May 2020, in 12 dairy farms located at the departments of Colonia and San José. The dairy cow population ranged between 74 and 740 cows at the farm level, with an average population of 3126 cows. Data were analyzed using descriptive statistics. The results show that the total culling rate of dairy cows was 23.1% (n = 721). Culling cows for slaughter was 18.1% (n = 565), mortality was 4.5% (n = 141) and sale as milking animals for other dairies was 0.5% (n = 15). The main reason of culling of dairy cows for slaughter were reproductive problems (29.3%, n = 211), mastitis (25.9%, n = 187), poor udder conformation (6.2%, n = 45), lameness (4.6%, n = 33) and other diseases (4.7%, n = 34). The culling of cows for slaughter due to reproductive problems, udder problems, lameness and other diseases was 90.3% (n = 510) which considering mortality summed up 92.2% (n = 651) of the total culling of cows. Cow mortality corresponded to 19.6% (n = 141) of the total culling. The frequency of culling cows for slaughter was higher in cows with more than 3 calvings (34.9%, n = 197) followed by first calving cows (25.3%, n = 143) ($p < 0.05$). The frequency of culling cows for slaughter was higher in cows in late lactation (46%, n = 260) followed by cows in early lactation (26.7%, n = 151) ($p < 0.05$). A high frequency of mortality was found in cows with more than 3 calvings (48.9%, n = 69) and in early lactation (54.6%, n = 77) ($p < 0.05$). The average productive and reproductive parameters of the cows that either were slaughtered or dead on the herd (combined) were: lifespan in the herd: 66.3 months; productive life: 38.1 months; number of calvings: 3; milk production in the productive life: 22842 L in 967 days in milk; daily production during productive life: 22.6 L; and daily production during life in the herd: 10.1 L. An outbreak of hypomagnesemia was diagnosed in a herd of 270 cows. Mortality was 3.3% in 59 days and the disease affected cows between 1 and 9 years old that were in early and mid-lactation. The disease was controlled by formulating an

adequate diet with correct magnesium (Mg) supplementation. Other cause of mortality was neurotropic astrovirus that was diagnosed in a first calving Jersey cow in early lactation with nervous signs and fatal outcome. The diagnosis of this disease is important because it presents clinical signs similar to other diseases of the nervous system, such as rabies and listeriosis, which are of public health importance. Hypomagnesemia and neurotropic astrovirus are two causes of mortality undescribed so far in dairy cows in Uruguay. In conclusion, culling rates of dairy cows in Uruguay are similar or lower than those observed in countries with confined cows and ration-fed dairy systems, but higher than the rates observed in countries with forage-based dairy systems. It is necessary to implement appropriate strategies for the control and prevention of mastitis, reproductive problems, and other diseases, and to reduce mortality to reduce the premature culling of cows.

Keywords: astrovirus, bovine, culling, dairy cows, hypomagnesemia, mastitis, mortality, reproductive problems, Uruguay

ABREVIATURAS

Días en leche (DEL); edad al primer parto (EPP); litros (L); meses (m); producción de leche en la vida productiva (PVP); producción diaria durante la vida en el rodeo (PDVR); producción diaria durante la vida productiva (PDVP); recuento de células somáticas (RCS); tiempo de producción en la vida en el rodeo (TPVR); tiempo de producción en la vida productiva (TPVP); vacas masa (VM); vacas en ordeño (VO); vida en el rodeo (VR); vida productiva (VP).

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1. Situación productiva de la lechería en Uruguay

La producción lechera es de vital importancia en la economía y seguridad alimentaria de Uruguay. En 2020 Uruguay registró 3300 productores lecheros, la superficie de los establecimientos dedicados a la lechería fue de 757000 ha, con una población de ganado de leche de 749000 cabezas, incluyendo 420000 vacas masa (VM). La proporción de vacas en ordeño (VO) sobre VM fue de 75% y la producción de leche fue de 2205 millones de L por año (MGAP-DIEA, 2021a).

El consumo interno se abasteció con 638 millones de L y 1292 millones de L fueron destinados para exportación (MGAP-DIEA, 2021b). Los productos lácteos ocuparon el cuarto lugar de los ingresos totales por exportaciones del sector agropecuario en Uruguay (MGAP-DIEA, 2021a). En 2020 la producción lechera representó ingresos por exportación de US\$ 643 millones que corresponden al 9,4% del total de las exportaciones de origen agropecuario (MGAP-DIEA, 2021a). La población del rodeo lechero decreció en 1,8% ($n = 14000$) cabezas entre los años 2002 (763000 cabezas) (MGAP-DIEA, 2010) y 2020 (749000 cabezas) (MGAP-DIEA, 2021a).

La falta de crecimiento del rodeo lechero en Uruguay posiblemente ocurre por la combinación de factores, incluyendo, pero no limitado a: altas tasas de mortalidad (15,2%) de terneros (Schild et al., 2020); problemas reproductivos; y altas tasas de descarte de vacas lecheras que alcanza el 23% [Instituto Nacional de la Leche (INALE, 2019)]. En relación con los problemas reproductivos, la falla en la concepción afecta el intervalo entre parto y concepción que aumentó de 131 a 150 días en promedio, en dos periodos continuos, que incluyeron 189828 partos en 205 establecimientos entre 1997 y 2001 en comparación con el siguiente quinquenio que evaluó 209210 partos en 254 establecimientos (Rovere et al., 2007). Otro problema reproductivo son los abortos (Macías-Rioseco et al., 2020). A pesar de que, en promedio, los abortos vistos (constatados por los productores) anualmente son estimados en 4,4% (Suanes et al., 2021), en un estudio entre 2014 y 2016 en 4839 vacas preñadas en 10 tambos se estimó un 14% de abortos anuales. En otro estudio,

entre 2017-2020 en 7 tambos con 2876 VM preñadas el 13,7% de las vacas abortaron anualmente (Dr. Carlos Lemaire, Grupo de Productores Lecheros Asociados al Centro Regional de Experimentación Agropecuaria [CREA], comunicación personal, 2022). Respecto a las causas de descarte de vacas lecheras, de acuerdo con nuestro conocimiento, no hay datos públicos en Uruguay.

1.2. Generalidades sobre descarte de vacas lecheras

Uno de los objetivos críticos en el manejo de rodeos lecheros es el beneficio económico, principalmente a través del aumento de la producción de leche y terneros. El manejo del descarte de las vacas lecheras es una herramienta útil para alcanzar la rentabilidad (Rogers et al., 1988a; Rogers et al., 1988b; Bascom & Young, 1998; Hadley et al., 2006; Rilanto et al., 2020) mediante el reemplazo de las vacas descartadas con vacas más rentables (Compton et al., 2016). También es útil para mantener el tamaño del rodeo o proyectar su crecimiento (Mohd Nor et al., 2014). Los rodeos con altas tasas de descarte consecuentemente disminuyen de tamaño (Orpin & Esslemont, 2010).

Previamente, el descarte de vacas lecheras se clasificó en involuntario y voluntario (Fetrow, 1987; Dohoo & Dijkhuizen, 1993). El descarte involuntario, o por causas biológicas, incluía descartes por enfermedades, injurias, infertilidad y muerte (Fetrow, 1987; Rogers et al., 1988b). El descarte voluntario, o por razones económicas, incluía vacas sanas que salían por baja producción, mal comportamiento, fenotipo indeseado o venta a otros tambos por exceso de población o necesidades económico-financieras (Rogers et al., 1988a; Stevenson & Lean, 1998a). Fetrow et al. (2006) recomendaron discontinuar las categorías “voluntario” e “involuntario”, y propusieron la clasificación que será detallada más adelante. La mayoría de los investigadores siguieron esa recomendación.

La información relacionada con los descartes se consigna en las bases de datos usadas para el mejoramiento de la lechería en cada país. Tales bases de datos fueron revisadas para optimizar el uso de la información en la toma de decisiones en la lechería (Fetrow et al., 2006). Las bases de datos empleadas en evaluación de las causas de descarte en ganado lechero antes de 2002 no tenían una lista predefinida de causas (Sol et al., 1984; Bascom & Young, 1998; Stevenson & Lean, 1998a; Orrego

et al., 2003; Silva et al., 2004). Por tal razón, la lista de las causas reportadas en los rodeos era amplia, variable y con información incompleta, lo que dificultaba la codificación de las causas, afectando el riesgo de descarte y el cálculo de las tasas de incidencia. Con el objetivo de corregir las anteriores deficiencias y unificar los criterios, en EE. UU., el Sistema Nacional de Monitoreo de Sanidad Animal [National Animal Health Monitoring System (NAHMS)] seleccionó rodeos lecheros en varios estados que representaban la industria láctea, unificó los criterios y clasificó las causas de descarte para faena en siete categorías, a saber: 1- problemas de ubre y/o mastitis; 2- cojera y/o injuria; 3- enfermedad; 4- agresividad y/o beligerancia (pateadoras); 5- problemas reproductivos; 6- baja producción no relacionada a los problemas listados anteriormente; y 7- otros (NAHMS, 2002). El NAHMS no incluyó la categoría muerte, ni diferenció los destinos de las categorías. El sistema de reporte de los descartes empleado antes de 2002 y el propuesto por el NAHMS en 2002, mezclaron los destinos de salida con las causas; por ejemplo, venta para lechería, mastitis, enfermedades reproductivas y muerte, algunos no incluyeron mortalidad y otros reportaron frecuencias altas de causas desconocidas u otras (misceláneas). Ambos sistemas citados fueron confusos, incrementaron el riesgo de descartar las vacas por enfermedades o trastornos particulares y dificultaron la identificación de las áreas de riesgo en los rodeos individuales y la evaluación de la magnitud nacional (Fetrow et al., 2006). En Uruguay, no se aplica un sistema estandarizado de registro de los descartes, se desconocen las tasas y las razones de descarte, las causas de mortalidad de las vacas lecheras, la frecuencia de las vacas descartadas según la paridad, la etapa de la lactancia y la estación del año en la que son descartadas así como los datos productivos y reproductivos promedios de las vacas descartadas.

Los términos comúnmente usados en las granjas lecheras relacionados con el descarte fueron revisados (Fetrow et al., 2006) con el objetivo de estandarizar, cuantificar, comparar entre granjas y establecer la magnitud del problema. Se revisó la nomenclatura, las definiciones y se recomendó clasificar el descarte con base en el destino de las vacas, dividiéndolo en tres grupos: Destino 1- venta para lechería, que son las vacas vendidas a otros tambos con el objetivo de seguir proporcionando ingresos, tales como leche, terneros o embriones; Destino 2- faena, que son las vacas que dejan el tambo y son faenadas para consumo humano o no (incluido el

decomiso); y Destino 3- muerte, que son las vacas que mueren en el tambo. Estos tres destinos son mutuamente excluyentes, es decir que cada vaca descartada debe ser asignada únicamente a un destino. Además, se recomendó establecer un esquema predefinido con varias categorías de causas para facilitar la selección de la causa de descarte, así como cuantificar el descarte mediante la tasa de incidencia del descarte y usar, para los cálculos, el promedio de la población de las vacas en riesgo en un periodo de tiempo específico (Fetrow et al., 2006). En EE. UU. (Pinedo et al., 2010), Irán (Azizzadeh, 2011), España (Fouz et al., 2014; Armengol & Fraile, 2018) y Holanda (Mohd Nor et al., 2014) aplicaron este sistema propuesto por Fetrow et al. (2006) de los destinos y la categorización de los descartes que van a faena. En Uruguay, no hay un acuerdo en la nomenclatura de los descartes. Algunos los denominan “bajas”, que agrupan la mortalidad y los descartes para venta (INALE, 2014). Otros los denominan propiamente descartes, que incluyen la mortalidad y las ventas (Pereira et al., 2017; Cruz et al., 2021). En ambos casos las ventas no son diferenciadas (por ejemplo, ventas para faena y ventas para lechería). Sin embargo, no encontramos en la literatura un sistema de clasificación en Uruguay que identifique las categorías de los descartes (salidas) de VM y no hay subcategorías predefinidas con los criterios de inclusión para cada subcategoría en el destino venta para faena que facilite el registro de las vacas en este destino y el cálculo de las tasas anuales de descarte de vacas lecheras. En este contexto, es necesario establecer las bases para determinar las causas anualizadas del descarte en tambos de Uruguay, hacer las evaluaciones de la vida productiva (VP) y conocer las causas de descarte y su evolución en el tiempo.

La información productiva y reproductiva de las vacas descartadas es escasa y no siempre es completa. En Holanda, las vacas producen en promedio 30490 L de leche en la VP (Mohd Nor et al., 2014), en España 31120 L (Armengol & Fraile, 2018), en Uruguay el promedio del rodeo nacional es 23966 L (Sotelo, 2018a). Los días en leche (DEL) durante la VP en España fueron 968 (Armengol & Fraile, 2018) y en Uruguay 1129 fue el promedio del rodeo nacional (Sotelo, 2018a). Los datos productivos y reproductivos de las vacas descartadas en Uruguay no aparecen en documentos públicos.

Entre las causas de muerte de vacas lecheras en Uruguay se han identificado la reticuloperitonitis, la paratuberculosis y la leucosis, entre varias otras, de acuerdo con el archivo de diagnóstico veterinario de la Plataforma de Investigación en Salud Animal (PSA) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), La Estanzuela. Según nuestro conocimiento no hay reportes de las frecuencias más comunes de las causas de muerte en vacas lecheras. La División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) y veterinarios liberales asesores de ganado de leche incluyen múltiples causas individuales. Es necesario identificar las causas comunes y no descritas en vacas lecheras en Uruguay, la hipomagneemia y astrovirus neurotrópica son dos enfermedades no descritas previamente en Uruguay, las cuales se introducen brevemente.

1.3. Hipomagneemia en vacas lecheras en Uruguay

La hipomagneemia, también conocida como tetania de las praderas, es una enfermedad nutricional y/o metabólica de los rumiantes que se presenta en países con clima templado, frío y húmedo (Allcroft & Burns, 1968; Crawford et al., 1998). Ocurre en vacas bajo prácticas de manejo pastoril intensivo pastoreando forrajes de crecimiento rápido, particularmente, pero no exclusivamente, en la primavera (Wilcox & Hoff, 1974). La hipomagneemia afecta principalmente vacas lactando (Harris et al., 1983; Watson et al., 2008). En Uruguay se han registrado brotes de hipomagneemia en bovinos de carne sometidos a estrés por destete, transporte y confinamiento prolongado sin acceso a alimentos o agua (Dutra, 2009; Dutra, 2010) y en vacas de carne pastoreando en campos naturales mejorados mediante fertilización e introducción de pastos exuberantes y de rápido crecimiento (Doncel et al., 2021a). Uno de los objetivos de esta tesis fue describir un brote de hipomagneemia en vacas lecheras. Este es el primer reporte en vacas lecheras en Uruguay, una enfermedad que se previene fácilmente mediante la suplementación correcta de magnesio (Mg) (Doncel et al., 2019).

1.4 Encefalitis asociada a astrovirus bovino neurotrópico

Las encefalitis causadas por virus son un problema de salud importante en todo el mundo en animales y seres humanos (Wildi & Seuberlich, 2021). Los bovinos con signos neurológicos deben estar bajo vigilancia epidemiológica para evitar un problema importante de salud pública. Algunos de los agentes, incluyendo

el virus de la rabia, el virus de la encefalitis japonesa, el virus de la enfermedad de Aujeszky, el virus Borna y el virus del Nilo Occidental, se transmiten entre animales y seres humanos, lo que representa una amenaza importante para la salud pública (Wildi & Seuberlich, 2021). La astrovirus bovina es causada por miembros de la familia *Astroviridae* que son virus de ARN de cadena simple de sentido positivo, de morfología icosaédrica, con viriones en forma de estrella de cinco o seis puntas, no envueltos (Donato & Vijaykrishna, 2017). La familia *Astroviridae* comprende dos géneros, *Mamastrovirus* y *Avastrovirus*, que infectan mamíferos y aves, respectivamente (Bosch et al., 2014). La enfermedad cursa con signos nerviosos de 1 día a 3 semanas (Deiss et al., 2017; Giannitti et al., 2019). Se ha descrito mortalidad de bovinos con encefalitis y/o encefalomielitis por infección con *Bovine astrovirus* (BoAstV) neurotrópicos en EE. UU. (Li et al., 2013), Alemania (Schlottau et al., 2016), Suiza (Selimovic-Hamza et al., 2016), Canadá (Selimovic-Hamza et al., 2017), Japón (Hirashima et al., 2018) e Italia (Zaccaria et al., 2020). En Uruguay se describió en un novillo Holstein, siendo el único caso reportado en un país del hemisferio sur (Giannitti et al., 2019). Uno de los objetivos de este trabajo fue describir un caso de astrovirus neurotrópica en una vaca lechera en Uruguay (Doncel et al., 2021b), una enfermedad posiblemente subdiagnosticada en la región y en otras regiones.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El número de cabezas del rodeo de ganado lechero y las VM en Uruguay ha decrecido en 1,8% y 4,6%, respectivamente, en el periodo 2002-2020 (MGAP-DIEA, 2010; MGAP-DIEA, 2021a). Este decrecimiento posiblemente es debido a una combinación de factores, incluyendo las altas tasas de mortalidad de terneros, bajos índices reproductivos, y altas tasas de descarte de vacas. No existe en Uruguay un sistema de registro de las causas de descarte, que sea simplificado, práctico, uniforme y aplicable a gran escala a los tambos comerciales, que sirva de herramienta en la toma de decisiones a mediano plazo para minimizar el descarte, y para incrementar la VP de las vacas o el crecimiento del rodeo. Este sistema es una herramienta fundamental para categorizar las causas y calcular las tasas de descarte. La identificación de las causas y tasas de descarte de vacas lecheras permitirá establecer

o implementar medidas adecuadas de prevención y/o programas de salud y manejo para reducir el descarte. La hipomagnesemia y la astrovirus neurotrópica bovina contribuyen al descarte de vacas en Uruguay.

3. HIPÓTESIS

El registro de las causas de descarte de vacas lecheras requiere categorías y criterios definidos. El descarte de vacas lecheras para faena por problemas de salud y por muerte afecta el tamaño o la longevidad del rodeo. La hipomagnesemia y la astrovirus neurotrópica son enfermedades no descritas en vacas lecheras que contribuyen al descarte en Uruguay.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de registro de las causas de descarte de vacas lecheras aplicable a los tambos uruguayos que permita el cálculo de la tasa anual e identificar las causas de descarte en tambos representativos de la población nacional.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar y validar un sistema de registro del descarte de vacas lecheras.
- Calcular la tasa de descarte en vacas lecheras total, por destino y por categorías de causas.
- Identificar las causas de descarte de vacas en tambos.
- Calcular la tasa de descarte por paridad, etapa de la lactancia y la estación del año.
- Calcular índices productivos de las vacas descartadas como VR, EPP, número de partos, VP, PVP, TPVP en porcentaje, TPVR en porcentaje, PDVP y la PDVR.
- Describir la hipomagnesemia, una causa de brotes de mortalidad no descrita en vacas lecheras en Uruguay.
- Describir la astrovirus neurotrópica, una enfermedad neurológica infecciosa no descrita en vacas lecheras en Uruguay.

5. ESTRATEGIAS DE LA INVESTIGACIÓN

Se consideraron las siguientes estrategias:

-Se llevó a cabo un estudio poblacional longitudinal observacional prospectivo en tambos de la cuenca lechera de Uruguay en los departamentos de Colonia y San José, departamentos que reúnen el 39,9% (177085) del total de VM del país y el 50% (1845) del total de los productores lecheros de Uruguay (MGAP-DIEA, 2019). Se hizo un muestreo estratificado de acuerdo con distribución por tamaño de tambos lecheros de Uruguay para obtener la muestra representativa del sistema lechero uruguayo que permitiera alcanzar mínimo 500 descartes de acuerdo con la tasa del 20% nacional (INALE, 2014). El trabajo se hizo en 12 rodeos con una población mayor a 2600 VM y una carga animal de 1 cabeza/ha (MGAP-DIEA, 2019). El total de rodeos con población de VM mayor a 50 VM fueron 2722, distribuidos, como sigue, 1789 (65,7%) entre 51 y 199 VM; 620 (22,8%) entre 200-500 VM; y 313 (11,5%) con más de 500 VM (MGAP-DIEA, 2019). Con base en esta distribución se consideraron seis tambos con población de 51 a 199 VM, cinco con 200 a 500 VM, y uno con población mayor de 500 VM. Así, el descarte las tasas y causas de descarte son representativas bajo las condiciones de la producción lechera en Uruguay. Adicionalmente, se establecieron los siguientes criterios de inclusión en el estudio: a- tener el forraje como la base principal de la alimentación; b- ser remitentes a la Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE); c- tener más de 50 VM; d- tener asesoramiento veterinario o agronómico; e- tener registros sanitarios, productivos y reproductivos; f- tener la lechería como actividad primaria; g- realizar control lechero; h- disposición del productor a participar en el estudio; i- tambos con al menos 10 años de funcionamiento; y j- localizados en los departamentos de Colonia o San José. Los criterios de exclusión de los tambos definidos para el estudio fueron: a- estar en proceso de liquidación; b- estar interdictos con programa de erradicación de brucelosis, tuberculosis u otras razones; c- tener proyectada una ampliación en un periodo menor a un año. CONAPROLE participó en el proyecto colaborando con la selección de los tambos del estudio. La cooperativa hizo el consentimiento informado a los productores, asesores veterinarios o agronómicos del rodeo, y suministró el número de tambos que voluntariamente deseaban participar y reunían los criterios de inclusión. Además,

informó los respectivos contactos de los asesores de los tambos (e-mail, número de teléfono) para coordinar el desarrollo del proyecto. Con la información de los tambos preseleccionados remitida por CONAPROLE, se identificaron aleatoriamente los 11 tambos comerciales, y se incluyó además el tambo convencional experimental de la Unidad de Lechería del INIA La Estanzuela. Se aplicó una encuesta durante una visita y se colectó la información de los predios y la forma como registran los descartes (Anexo 1). Se hizo una base de datos en Microsoft Excel para colectar la información del inventario de VM (Anexo 2).

-Desarrollo del proyecto. Se hicieron visitas mensuales que dependiendo del tamaño del tambo tomó entre 1,5 y 3,5 horas para analizar los registros y se actualizó la información del inventario en una tabla dinámica de Excel, teniendo en cuenta los reemplazos, los partos de las VM y los descartes del mes. Se colectó la información de los descartes en una planilla diseñada para tal fin (Anexo 3) y en otra planilla se registraron los diagnósticos de las cojeras (Anexo 4). Se registró el diagnóstico de la mortalidad emitida por el veterinario asesor. El diagnóstico de los brotes de mortalidad fue hecho mediante el sistema de diagnóstico veterinario de la PSA de INIA La Estanzuela. Se colectó la anamnesis y los datos epidemiológicos en el formato diseñado para tal fin (Anexo 5). A través del sistema de diagnóstico veterinario se identificó que la hipomagnesemia y la astrovirus neurotrópica, enfermedades no descritas en vacas lecheras en Uruguay, son causas de mortalidad de vacas lecheras.

Para consolidar la metodología se hizo un ensayo piloto en el tambo convencional de la Unidad de Lechería del INIA, La Estanzuela.

6. CAPÍTULO 1: DESCARTE DE VACAS LECHERAS EN RODEOS DE URUGUAY

RESUMEN

El descarte de vacas lecheras es la salida de las vacas del rodeo. Las tasas y causas de descarte reflejan el manejo sanitario, financiero y el bienestar animal del rodeo. Los objetivos de este estudio fueron calcular las tasas e identificar las causas de descarte de vacas lecheras en rodeos de Uruguay. También se calcularon las frecuencias de descarte para faena y por mortalidad según la paridad, la etapa de lactancia y la estación del año, así como los datos productivos y reproductivos de las vacas descartadas. La metodología consistió en un estudio observacional longitudinal prospectivo entre junio de 2019 y mayo de 2020, en 12 tambos estratificados por la población de vacas masa (VM), incluidos 6 tambos con 51 a 199 VM, 5 con 200-500 VM, y uno con más de 500 VM, ubicados en los departamentos de Colonia y San José. La población en los tambos varió entre 74 y 740 VM con un promedio de 3126 VM y 721 vacas descartadas en el periodo de estudio. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva. Como resultados se obtuvo que la tasa de descarte total fue 23,1%. La mayor proporción, el 18,1% fue destinada a venta para faena, el 4,5% correspondió a la mortalidad y el 0,5% fue venta para lechería. El descarte para faena por problemas de salud representó el 90,3% ($n = 510$) de los descartes y las causas más importantes fueron problemas reproductivos (29,3%, $n = 211$), mastitis (25,9%, $n = 187$), defectos de conformación de la ubre (6,2%, $n = 45$), cojeras (4,6%, $n = 33$) y otras enfermedades (4,7%, $n = 34$). La mortalidad fue de 19,6% ($n = 141$) del total de descartes. El descarte para faena por problemas de salud más la mortalidad constituyó el 92,2% ($n = 651$) del descarte total de vacas descartadas en ambos destinos. La mayoría de las vacas descartadas para faena tenían más de tres partos ($p < 0,05$) (34,9%, $n = 197$) seguidas de las vacas de primer parto (25,3%, $n = 143$). Las vacas en lactancia tardía fueron la mayoría de los descartes para faena (46%, $n = 260$) ($p < 0,05$) seguidas de las vacas en lactancia temprana (26,7%, $n = 151$). La mortalidad fue más frecuente en vacas con más de 3 partos (48,9%, $n = 69$) ($p < 0,05$) en lactancia temprana (54,6%, $n = 77$) ($p < 0,05$). La mayoría de los descartes para faena ocurrieron en invierno ($p < 0,05$). En otoño e invierno ocurrieron la mayoría de las muertes. Los datos promedios productivos y reproductivos de las vacas descartadas están a seguir. Promedio de vida en el rodeo (VR): 66,3 meses; edad al primer parto (EPP): 28,2 meses; vida productiva (VP): 38,1 meses; número de partos: 3; producción en la vida productiva (PVP): 22842 L; producción diaria en la vida productiva (PDPV): 22,6 L, producción diaria durante la vida en el rodeo 10,1 L; porcentaje de tiempo de producción durante la vida productiva (TPVP): 85% y durante la vida en el rodeo: 43,4%. Se hace necesario implementar medidas eficaces para mejorar los índices reproductivos, controlar y disminuir la prevalencia de la mastitis y las cojeras, prevenir otras enfermedades y minimizar la mortalidad, las cuales permitirán disminuir el número de vacas descartadas aumentando el retorno económico y el tamaño del rodeo si es necesario.

Palabras clave: descarte, enfermedad, mortalidad, paridad, etapa de lactancia, vacas lecheras, Uruguay.

INTRODUCCIÓN

En rodeos lecheros el término descarte se refiere a las vacas que salen de la lechería, independientemente de su destino o condición de partida (Fetrow et al., 2006). Las vacas eliminadas de la lechería son agrupadas en tres destinos: 1- venta para lechería, las vacas que se venden para otros tambos con el objetivo de seguir aportando ingresos, tales como leche, terneros o embriones; 2- faena, las vacas que salen vivas del tambo y serán faenadas para consumo humano o no (incluido el decomiso); y 3- muerte, las vacas que mueren en el tambo. Los tres destinos son mutuamente excluyentes (Fetrow et al., 2006).

Las tasas de descarte varían entre y dentro de los tambos año tras año porque están determinadas, entre otros factores, por el valor y disponibilidad de los reemplazos, el valor de la leche, el valor de la carne de la vaca descartada, la capacidad de carga animal del predio, y el estatus de salud y productivo de la vaca (Bascom & Young, 1998; Fetrow et al., 2006; Orpin & Esslemont, 2010). Las altas tasas de descarte para faena por problemas sanitarios y/o mortalidad afectan el tamaño, la expansión planificada y la rentabilidad del rodeo (Lehenbauer & Oltjen, 1998; Weigel et al., 2003; Thomsen & Houe, 2006; Orpin & Esslemont, 2010; Chiumia et al., 2013; Mohd Nor et al., 2015; Boulton et al., 2017). En la mayoría de los rodeos lecheros con la tasa de descarte para faena por problemas sanitarios y mortalidad por encima de la oferta de vaquillonas de reemplazo, el tamaño del rodeo se reduce (Orpin & Esslemont, 2010). En Holanda, encontraron asociación entre la tasa promedio de descarte para faena y/o mortalidad y el tamaño del rodeo; entre 2007-2010, los rodeos que tuvieron las tasas más altas de descarte por faena y/o mortalidad redujeron su tamaño (Mohd Nor et al., 2014). Conocer las causas y tasas de descarte es fundamental para establecer el impacto sobre el tamaño del rodeo y establecer medidas de control de las enfermedades.

La tasa anual de descarte en rodeos lecheros puede variar de acuerdo con el sistema de producción, intensificación e interés económico, entre otros. Los sistemas de producción y los costos para producir leche varían entre países, el control de los descartes es estratégico para alcanzar la eficiencia productiva (Hadley et al., 2006). Las tasas óptimas de descartes en rodeos deben estar cerca del 25% (Rogers et al., 1988a), ser menores del 30% (Fetrow et al., 2006) o variar entre el 19% y el 29% (De Vries & Marcondes, 2020). Las tasas de descarte bajas no necesariamente

representan buen manejo del rodeo. La evaluación debe hacerse de manera integral, conociendo el estado productivo, reproductivo y de salud del rodeo, y las condiciones económicas bajo las cuales ocurrieron las tasas de descarte (Fetrow et al., 2006). Tasas bajas de descarte ocurren por retención de vacas cuando incrementa el descarte por problemas de salud y mortalidad (Roger et al. 1988a).

La tasa anual de descartes de vacas lecheras para faena y por la mortalidad, en el Noroeste del Reino Unido fue de 23,7% (Orpin & Esslemont, 2010), en Escocia de 33,7% (Chiumia et al., 2013), en Holanda de 25,4% (Mohd Nor et al., 2014), en Texas EE. UU. de 35% (Pinedo et al., 2014), en Palmerston North, Nueva Zelanda de 22,9% (Rocha et al., 2017), en Estonia de 26,2% (Rilanto et al., 2020) y en Canadá de 37,1% [Canadian Dairy Information Centre 2021 (CDIC, 2021)]. En América del Sur, en el estado de Goiás, Brasil, fue del 22,3% sin incluir la mortalidad (Silva et al., 2004). En Argentina varió entre 25% y 30% (Berra & Osacar, 2012; Rossler et al., 2016). En Uruguay, la tasa de descarte (denominada como “bajas”) de VM, que incluye venta y mortalidad, fue del 23% (INALE, 2019). Pereira et al. (2017) en 13 tambos comerciales del departamento de Florida, Uruguay, encontraron tasas de descarte del 34% de las VM promedio (VM_p). Conocer las tasas de descarte de vacas lecheras en los rodeos es el punto de partida para conocer el efecto sobre el tamaño del rodeo, pero, más importante aún, para conocer las causas e implementar esfuerzos en reducir las pérdidas de vacas lecheras.

Las causas de descarte de vacas para faena son generalmente divididas en los problemas reproductivos, problemas de la ubre, cojeras, y otras enfermedades. La distribución de estas causas de descarte en Holanda, Australia, Perú, Brasil, EE. UU., Irán, Nueva Zelanda, España y Canadá se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorías de descarte de vacas lecheras para faena con mayor frecuencia en algunos países.

País	Estudio	Problemas reproductivos %	Problemas de ubre %	Cojeras %	Otra enfermedad %	Referencia
Holanda	30 granjas, evaluación de los registros de 2,5 años, población 14204 vacas, 3139 descartes	23,2	17,1	6	6,5	Sol et al., 1984
Australia	8 granjas, entre 71-258 vacas, seguimiento 2 años, 527 descartes	32,8	28,5	3,4	7,6	Stevenson & Lean, 1998a
Perú	10 granjas, evaluaron los registros de 2051 descartes en un periodo de 7 años	52,8	12,2	3	3,5	Orrego et al., 2003
Brasil	10 granjas, evaluaron los registros de 1060 vacas, 236 descartes en un periodo de 4 años	53,4	18,6	21,4	3,5	Silva et al., 2004
EE. UU.	2461 granjas en 21 estados, evaluación de los registros de 1 año, población 7790000 vacas, 1986450 descartes	25,6	26,9	16,3	6	NAHMS, 2002
Irán	15 granjas, entre 90-610 vacas, periodo de estudio 1 año, 652 descartes	23,6	17,5	7,9	23,3	Azizzadeh, 2011
Nueva Zelanda	1 granja, entre 172-262 vacas, seguimiento 3 años, 156 descartes	41	30,2	2,6	-	Rocha et al., 2017
España	5 granjas, entre 140-600 vacas, 1 año, 1352 descartes	30,2	13,5	3,6	14,4	Armengol & Fraile, 2018
Canadá	6446 granjas, 614064 vacas y 210393 descartes, año 2020	15,2	15	6,1	3,9	CDIC, 2021

La mortalidad influye en la tasa de descarte anual y el tamaño del rodeo. Miller et al. (2008) concluyeron que el incremento del tamaño del rodeo se acompaña de baja mortalidad. La tasa anual de mortalidad tiene diferencias importantes entre los países, tal como indican varios estudios, que estimaron tasas de 4,8% en EE. UU. (NAHMS, 2002), 4,8% en Chile (Rogel & Tamayo, 2007), 3,2% a 4,1% entre el 2003 y el 2006 en Irlanda (Maher et al., 2008), 3,4% en Escocia (Chiumia et al., 2013), 2,1% en Nueva Zelanda (Compton et al., 2016), 4,9% en Canadá (CDIC, 2021) y 5% en Uruguay (INALE, 2019). En 13 tambos comerciales de Uruguay, la tasa de mortalidad de las VMp fue de 6,9% (Pereira et al., 2017). A pesar que se conocen las tasas de descarte es necesario conocer las causas de la mortalidad para abordarlas y minimizarlas.

La vida en el rodeo (edad) de las vacas lecheras es definida como el periodo de tiempo desde el nacimiento al descarte (Schuster et al., 2020; Dallago et al., 2021). El conocimiento de la VR al descarte es fundamental para evaluar la VP de las vacas del rodeo y mejorar la rentabilidad (Hare et al., 2006). La producción de leche en la VP depende de la duración de la VP y la producción de leche en las lactancias (De Vries, 2006). En Holanda, la vida promedio en rodeos comerciales es de 6 años (Mohd Nor et al., 2014). Sin embargo, las vacas son descartadas en promedio a edades de 11,5 años (Sol et al., 1984), 10,1 años (Ansari-Lari et al., 2012) y 9 años (Mohd Nor et al., 2014) aunque la expectativa natural de vida de las vacas es aproximadamente 20 años (De Vries & Marcondes, 2020). En Uruguay, la edad promedio de descarte de las vacas lecheras es 6,7 años (Sotelo, 2018a).

La vida productiva (VP) definida como el periodo transcurrido desde el primer parto al descarte (VanRaden & Klaaskate, 1993; Schuster et al., 2020) de las vacas lecheras Holstein en Holanda fue de 44,4 meses (Sol et al., 1984) y en vacas Holstein en Perú de 42,9 meses (Orrego et al., 2003). En Uruguay, la VP promedio de descarte de las vacas lecheras fue de 49 meses (Sotelo, 2018a).

La EPP de las vacas lecheras en EE. UU. es de 25,4 meses (NAHMS, 2002), en Holanda de 27 meses (Mohd Nor et al., 2014) y en Escocia de 26,1 meses (Chiumia et al., 2013). En Perú es de 28,6 meses (Orrego et al., 2003), y en Uruguay de 30,6 meses (Sotelo, 2018a).

Los datos productivos y reproductivos de las vacas descartadas son necesarios conocerlos porque son los puntos de referencia en Uruguay para comparar y ver los progresos en las categorías de descarte de vacas en estudios posteriores. No hay datos reproductivos o productivos de vacas descartadas en Uruguay. Los datos públicos son datos del rodeo nacional (INALE, 2019; Sotelo, 2018a).

Conocer las tasas y causas de descarte de vacas lecheras y el comportamiento productivo y reproductivo de las vacas descartadas es determinante para reducir esas tasas y mejorar la rentabilidad. Los objetivos de este estudio fueron: calcular las tasas de descarte e identificar sus causas; calcular las frecuencias de los descartes según

paridad, etapa de la lactancia y la estación del año, así como los datos productivos y reproductivos promedios de las vacas descartadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección y localización de los tambos

El estudio se desarrolló en los departamentos de Colonia y San José que concentran 177085 (39,9%) VM de las 444322 VM del país y 1845 (50%) productores de los 3688 de Uruguay (MGAP-DIEA, 2019). El periodo de estudio fue desde junio de 2019 a mayo de 2020. Los tambos fueron seleccionados mediante muestreo estratificado representativo de los rodeos lecheros del país de acuerdo con la distribución por tamaño de los rodeos lecheros de Uruguay (INALE, 2014; MGAP-DIEA, 2019). El estudio incluyó 11 tambos comerciales seleccionados aleatoriamente y uno seleccionado por conveniencia, el tambo convencional experimental de la Unidad de Lechería del INIA La Estanzuela. Seis tambos tenían población de 51 a 199 VM, cinco con 200-500 VM y uno con población mayor de 500 VM. Las poblaciones entre los tambos variaron entre 74 y 740 VM. El total de VM promedio fue de 3126 y 721 vacas fueron descartadas. Las vacas fueron Holstein americano, Holstein neozelandesa y cruza con Jersey con dos ordeños diarios y alimentación basada en forrajes que incluye el pastoreo directo y uso de reservas forrajeras representativo del sistema lechero de Uruguay (INALE, 2014). La información colectada se obtuvo de las vacas presentes al inicio del proyecto y las que ingresaron durante el periodo de estudio. Incluyó vacas con al menos un parto. Las terneras, las vaquillonas y los toros fueron excluidos del estudio.

Visita a los tambos y registro de información

Se hicieron visitas mensuales a cada establecimiento y se colectó la información en una base de datos en Microsoft Excel. Los datos colectados fueron el inventario de las VO, las VS y de los reemplazos. También se colectó la información de partos y secados del mes. De las vacas descartadas se colectó la fecha marcada para descarte, causa, fecha de descarte, fecha del último parto, producción de leche total y DEL total.

Los descartes fueron clasificados en la base de datos de Excel diseñada para tal fin. Se consignó el destino ya sea faena, muerte o venta para lechería (Fetrow et

al., 2006). Se definieron y validaron las categorías de los descartes para faena en conjunto con los veterinarios y asesores de los rodeos lecheros (Tabla 2).

Tabla 2. Definición de las categorías del descarte de vacas para faena.

Categoría	Subcategoría	Definiciones
Problemas de la ubre	Mastitis	Mastitis clínica aguda severa o mastitis clínica en un mismo cuarto reincidente 3 veces en la misma lactancia o lactancias seguidas. Mastitis crónica con 2 cuartos afuncionales. Recuento de células somáticas (RCS) elevado (≥ 400000 por ml) reincidente en 3 controles lecheros en la misma lactancia. Aislamiento de microorganismos resistentes a antimicrobianos.
	Conformación	Ruptura de ligamento mamario. Trauma de los pezones o de la ubre. Pezón duro (bajo flujo). Pezones desviados o cortos.
Problemas reproductivos	Infertilidad	Repetidora de estro, hasta 4 servicios (Lucy, 2001) y un servicio opcional a vacas con buena producción de leche (\geq el promedio +1 DE) en comparación con vacas del rebaño en la misma etapa de lactancia y parto. Anestro.
	Aborto	Vacas con uno máximo 2 abortos en cualquier etapa de la gestación mayor de 45 días de preñez o llegar vacías al secado después de confirmada la preñez.
Cojeras	Podal	Úlcera de la suela en el dedo o en el talón sin respuesta a tratamiento. Cojera grave. Permanece echada. Laminitis crónica con deformación severa de pezuñas o aguda en uno o más miembros sin respuesta a tratamiento. Rehúsa el movimiento (Acuña et al., 2004).
Otras enfermedades	Traumatismo en región del miembro diferente al pie	Lesión con compromiso de tejido óseo o blando, en el miembro anterior desde el metacarpo a la escápula y en el miembro posterior desde el metatarso a la articulación coxofemoral.
	Diagnóstico clínico emitido por el veterinario asesor sin confirmar con análisis de laboratorio. Una enfermedad ocurrió acompañada de mortalidad el diagnóstico lo hizo la PSA.	
Baja producción	Edad (viejas)	Vacas adultas sin enfermedad que llegaron al final de la vida útil, mayores de 69 meses de vida productiva o mayores de 102 meses de vida en el rodeo. Defectos dentarios o dientes desgastados.
	Vacas jóvenes de 1 o 2 partos	Vacas clínicamente sanas, sin historial de enfermedad que no alcanzan el 50% de la producción promedio de leche de las vacas multíparas en la misma etapa de lactancia.
Comportamiento o fenotipo	Indóciles. Pateadoras. Bravas. Pequeñas. Muy grandes, con defectos anatómicos o características fenotípicas indeseables	

DE = desviación estándar.

Para el diagnóstico de la mortalidad, cuando fueron muertes individuales, se registró el diagnóstico emitido por el veterinario asesor que lo hizo con base en signos clínicos, la mayoría de las veces sin realización de necropsia y sin

confirmación mediante pruebas de laboratorio. Varias muertes quedaron registradas “sin diagnóstico”. Dos necropsias fueron hechas por los veterinarios asesores de los rodeos, el diagnóstico emitido fue con base en hallazgos clínicos y macroscópicos. El diagnóstico de dos vacas muertas de un brote de mortalidad (n = 9) lo hizo la PSA junto con nueve necropsias de muertes individuales de vacas lecheras. Se colectaron muestras de tejidos que fueron conservados en formalina, incluidos en parafina, procesados para histología y coloreados por la técnica de hematoxilina y eosina (HE) para estudios histopatológicos. Adicionalmente, se recolectaron muestras de tejidos, heces y fluidos para análisis en bacteriología, patología clínica, parasitología, serología, virología y pruebas moleculares. En los casos que fueron necesarias pruebas adicionales se colectaron muestras de forrajes, suelos, agua y alimentos para exámenes complementarios.

La venta para lecherías incluyó la venta de las vacas excedentes o los movimientos de vacas lecheras entre tambos que continuaron en producción.

La definición de términos para este estudio incluyó. Paridad: definida como el número de partos de la vaca. Traumatismo: se refiere a lesiones en los tejidos blandos o duros por accidentes, incluyendo luxación coxofemoral y fracturas de cadera, fémur, metatarso o metacarpo. Vaca: definida como hembra bovina con al menos un parto. Vacas masa: la población de vacas del rodeo, incluye a las vacas en ordeño y a las vacas secas. Vida en el rodeo: definida como el periodo transcurrido desde el nacimiento al descarte. Faena es sinónimo de matanza o faena de ganado para consumo humano o decomiso. Cojera: descrita como un signo clínico, reconocido por cambios en la locomoción y postura, generalmente asociado con lesiones de las extremidades (Langova et al., 2021). Podal: relativo al pie. Pie: en términos del podólogo, el pie es la región que comprende el menudillo, la cuartilla, las pezuñas y su contenido (Nan Monte & Galotta, 2006). Falla en la concepción: es la incapacidad de la vaca quedar preñada en la primera inseminación artificial (Lucy, 2001; Walsh et al., 2011). Aborto: es la muerte fetal y la expulsión entre los 42-260 días de gestación (Peter, 2000).

Se calculó la frecuencia de descartes según: La paridad: vacas con 1, 2, 3 y más de 3 partos. La etapa de lactancia: lactancia temprana (<100 DEL); lactancia media

(100-200 DEL), lactancia tardía (>200 DEL) y las vacas en periodo seco y la frecuencia de descarte de acuerdo con la estación del año: invierno (julio-septiembre); primavera (octubre-diciembre); verano (enero-marzo) y otoño (abril-junio).

Cálculos

El cálculo de la tasa de descarte incluyó los tres destinos: faena (frigorífico); mortalidad; y venta para lechería. Se calculó usando en el denominador las VM_p en riesgo, como lo recomiendan Fetrow et al. (2006), mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa de descarte} = \frac{\text{Vacas descartadas en un período de tiempo determinado}}{\text{VM}_p} \times 100$$

Donde la VM_p se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{VM}_p = \frac{(\text{VM inicial} + \text{VM final}) \text{ en un período de tiempo determinado}}{2}$$

Para el cálculo de las tasas individuales de descartes, se aplicó la siguiente fórmula (por ejemplo, para la mortalidad, Thrusfield, 2005):

$$\text{Tasa de mortalidad} = \frac{\text{Vacas muertas en un período de tiempo determinado}}{\text{VM}_p} \times 100$$

Los datos calculados fueron:

- Vacas masa promedio
- Tasa de descarte total
- Tasa de descarte para faena
- Tasa de descarte por ventas para otros tambos
- Frecuencia de descarte en cada categoría y subcategoría de causas
- Tasa de descarte por mortalidad

- Frecuencia de descarte por paridad
- Frecuencia de descarte por etapa de lactancia o periodo seco
- Frecuencia de descarte por estación del año

Se establecieron los promedios de:

- Vida en el rodeo (VR) en meses
- Edad al primer parto (EPP) en meses
- La vida productiva (VP) en meses
- Número de partos
- Producción en la vida productiva (PVP) en litros
- Días en leche (DEL)
- Tiempo en producción de la vida productiva (TPVP), en porcentaje, mediante la ecuación $(DEL/VP)*100$
- Tiempo en producción durante la vida en el rodeo (TPVR), en porcentaje, mediante la ecuación $(DEL/VR)*100$
- Producción diaria en la vida productiva (PDPV) en litros de leche
- Producción diaria durante la vida en el rodeo (PDVR) en L de leche

Análisis de datos

Las frecuencias de las causas de descarte y los promedios de producción fueron calculadas mediante estadística descriptiva con Excel 2013 (Microsoft Office®) y el programa estadístico R (R Core Team, 2017). Incluyó las vacas con información completa descartadas para faena y las vacas que murieron. Se evaluó el efecto de la paridad, la etapa de lactancia o periodo seco y la estación del año sobre el descarte para faena y por mortalidad mediante la prueba de chi-cuadrado de Pearson, considerando $p < 0,05$ para establecer diferencias estadísticamente significativas. Se compararon los promedios de los datos productivos de las vacas para faena vs las muertas mediante la prueba de T student utilizando el programa estadístico R usando el mismo valor de p para establecer diferencias estadísticamente significativas. Los resultados se presentan en tablas y figuras de frecuencia. Para el cálculo de los datos productivos y reproductivos, se excluyeron las ventas para lechería y las vacas descartadas con información incompleta.

RESULTADOS

En este trabajo observacional prospectivo, en común acuerdo con los veterinarios y asesores de los rodeos con experiencia en lechería, se establecieron y validaron las categorías de descarte para faena, incluyendo: problemas de la ubre (mastitis y mala conformación), problemas reproductivos (infertilidad y abortos), cojeras, otra enfermedad, baja producción (edad o vacas viejas) y vacas de primer o segundo parto sin enfermedad aparente) comportamiento y fenotipo y no se incluyeron categorías como otra, sin diagnóstico o causa desconocida en busca de mejorar precisión y utilidad de la información registrada.

Un total de 721 vacas fueron descartadas en el periodo junio de 2019 a mayo de 2020 (Tabla 3). La tasa total de descarte de los 12 rodeos en promedio fue de 23,1% (n = 721), variando de 17,4% a 35,8%. El descarte para faena fue en promedio de 18,1% (n = 565) y el rango de 10,4% a 27,1%. La mortalidad en promedio en los rodeos fue de 4,5% y varió entre 1,1% y 8,1%. La venta para lechería fue de 0,5% (n= 15), variando de 0% a 10,1%. El crecimiento de la población de VM incluidas en el año de estudio fue mínimo (0,7%), sin embargo 7/12 rodeos redujeron el tamaño y 6/12 tuvieron tasas de descarte mayor del 26% (datos no mostrados).

Tabla 3. Vacas masa promedio y frecuencia de descarte de vacas para faena, por mortalidad y por venta para lechería en 12 rodeos en los departamentos de Colonia y San José desde junio de 2019 a mayo de 2020.

Variable	Rodeos												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Vacas masa promedio	74	92	148	156	179	174	235	288	357	339	344	740	3126
Descarte total, % (n)	24,5 (18)	26,2 (24)	35,8 (53)	18 (28)	25,7 (46)	30,5 (53)	17,4 (41)	26,4 (76)	18,5 (66)	26,2 (89)	26,4 (91)	18,4 (136)	23,1 (721)
Venta faena, % (n)	19 (14)	19,6 (18)	19,6 (29)	14,1 (22)	24,6 (44)	27,1 (47)	11,1 (26)	21,9 (63)	10,4 (37)	21,5 (73)	23,8 (82)	14,9 (110)	18,1 (565)
Mortalidad, % (n)	5,4 (4)	6,5 (6)	6,1 (9)	3,9 (6)	1,1 (2)	3,5 (6)	6,4 (15)	4,5 (13)	8,1 (29)	4,7 (16)	2,6 (9)	3,5 (26)	4,5 (141)
Venta lechería, % (n)	0	0	10,1 (15)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5 (15)

La Figura 1 muestra las tasas de descarte para faena, mortalidad y por venta para lechería. Del total de descartes para faena (n = 565) aquellos debidos a problemas reproductivos, problemas de la ubre, cojeras y otras enfermedades fue el

90,3% (n = 510). El descarte para faena por problemas de salud más la mortalidad fue el 92,2% (n = 651).

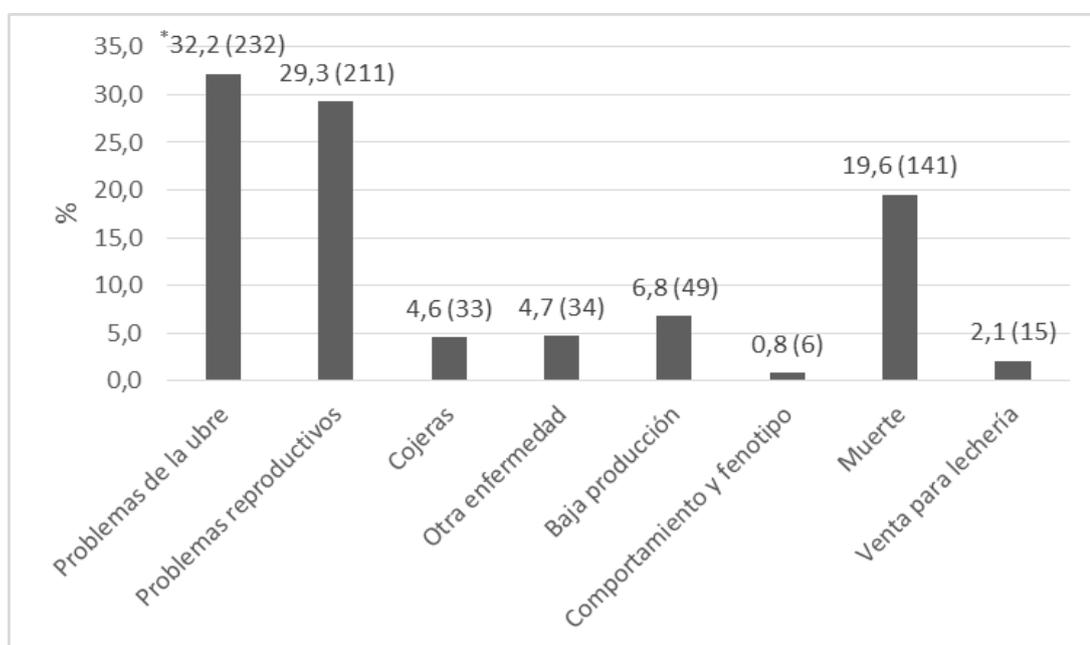


Figura 1. Frecuencia de las causas de descarte de vacas en 12 rodeos en los departamentos de Colonia y San José desde junio de 2019 a mayo de 2020. n = 721. *% (n).

La Tabla 4 muestra las causas de descarte de vacas en los 12 rodeos. El descarte de vacas entre tambos por mastitis varió entre el 8,3% y 37,5% (datos no mostrados). El descarte de vacas entre tambos por infertilidad varió de 5,6% a 41,5% y por abortos varió del 3,4% al 23,9% (datos no mostrados). El descarte por problemas podales incluyó la úlcera de suela el 1,8% (n = 13) y laminitis en 1,3% (n = 9) (datos no mostrados). El 65,3% (n = 32) de las vacas eliminadas por baja producción fueron vacas jóvenes sin enfermedad aparente y el 34,7% (n = 17) fueron vacas descartadas por avanzada edad (viejas) (datos no mostrados).

Tabla 4. Causas de descarte de vacas en 12 rodeos en los departamentos de Colonia y San José desde junio de 2019 a mayo de 2020.

Causas	Rodeos												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Venta para faena	27,8	12,5	13,2	32,1	41,3	24,5	26,8	26,3	19,7	34,8	38,5	48,5	32,2
Problemas de la ubre, % (n)	(5)	(3)	(7)	(9)	(19)	(13)	(11)	(20)	(13)	(31)	(35)	(66)	(232)
Mastitis	4	2	6	9	13	11	11	17	12	23	28	51	25,9
Conformación	1	1	1	0	6	2	0	3	1	8	7	15	(187)
Problemas reproductivos, % (n)	22,2	33,3	18,9	32,1	39,1	58,5	24,4	32,9	16,7	27	31,9	23,5	6,2
Infertilidad	1	7	7	8	7	22	6	18	6	7	16	18	(45)
Aborto	3	1	3	1	11	9	4	7	5	17	13	14	29,3
Cojeras, % (n)	5,6	0	3,8	7,1	2,2	0	9,8	1,3 (1)	3 (2)	4,5 (4)	14,3 (13)	2,2 (3)	(211)
Podal	1	0	0	0	1	0	4	0	0	4	11	1	17,1
Traumatismo región del miembro diferente al pie	0	0	2	2	0	0	0	1	2	0	2	2	(123)
Otra enfermedad, % (n)	11,1	4,2	5,7	3,6	8,7	3,2 (2)	0	9,2 (7)	7,6 (5)	7,9 (7)	2,2 (2)	0	12,2
Baja producción, % (n)	11,1	20,8	13,2	3,6	4,3	0	2,4 (1)	9,2 (7)	9,1 (6)	7,9 (7)	3,3 (3)	5,9 (8)	(88)
Edad (viejas)	1	5	4	1	0	0	0	2	0	2	2	0	4,6
Jóvenes sin enfermedad hasta 2p	1	0	3	0	2	0	1	5	6	5	1	8	(33)
Comportamiento o fenotipo, % (n)	0	4,2 (1)	0	0	0	1,9 (1)	0	3,9 (3)	0	0	0	0,7 (1)	3,1
Mortalidad, % (n)	22,2	25	17	21,4	4,3	11,3	36,6	17,1	43,9	18	9,9	19,1	(22)
Venta para lechería, % (n)	0	0	28,3 (15)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
Total, % (n)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	(11)
	(18)	(24)	(53)	(28)	(46)	(53)	(41)	(76)	(66)	(89)	(91)	(136)	(34)
													6,8
													(49)
													2,4
													(17)
													4,4
													(32)
													0,8
													(6)
													19,6
													(141)
													2,1
													(15)
													100
													(721)

La Tabla 5, muestra las causas de descarte de vacas por enfermedad, las más frecuentes incluyeron la leucosis, sobrecarga ruminal, paratuberculosis y los tumores de ojo. El 29,4% (n = 10) fueron registradas sin diagnóstico que incluyeron 8 vacas descartadas por condición corporal menor a 2,5 y las otras por diarrea. No se hicieron análisis de laboratorio para determinar la causa de los signos clínicos.

Tabla 5. Frecuencia de otras enfermedades que fueron motivo de descarte de vacas para faena en 12 rodeos en los departamentos de Colonia y San José desde junio de 2019 a mayo de 2020.

Enfermedad	n	%
Leucosis	9	26,5
Sobrecarga ruminal y/o meteorismo	3	8,8
Paratuberculosis	2	5,9
Tumor de ojo	2	5,9
Desgarro de vagina	1	2,9
Desplazamiento de abomaso	1	2,9
Distocia	1	2,9
Fotosensibilización	1	2,9
Hipocalcemia	1	2,9
Metritis	1	2,9
Reticuloperitonitis traumática	1	2,9
Tumor de vulva	1	2,9
Sin diagnóstico	10	29,4
Total	34	99,7

La tasa total de mortalidad de vacas en los 12 rodeos fue de 4,5% (n = 141). La evolución mensual del porcentaje mortalidad varió de 0,19% a 5,8% y las VMp fueron 3126 y variaron entre 3104 en junio de 2019 y 3323 en mayo de 2020 (Figura 2). El crecimiento promedio de los rodeos fue de 0,7% (datos no mostrados). Las menores tasas de mortalidad ocurrieron en septiembre y octubre, 0,19% (n = 6) en cada uno de estos meses, mientras que la mortalidad fue mayor en abril 0,56% (n = 18) y agosto 0,58% (n = 18).

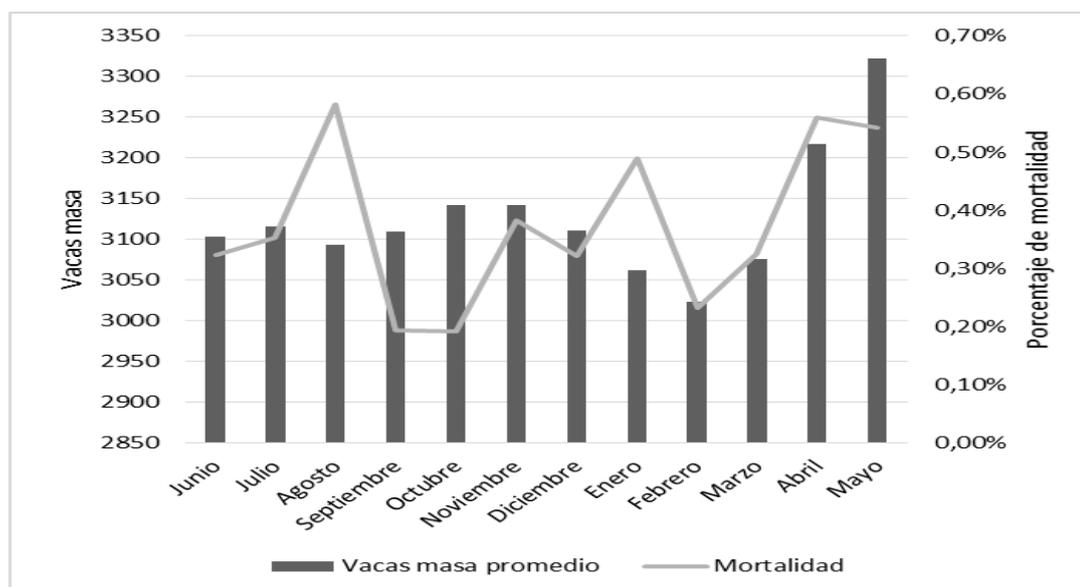


Figura 2. Evolución de la mortalidad (%) de las vacas y la población mensual en 12 rodeos en los departamentos de Colonia y San José desde junio de 2019 a mayo de 2020.

Las causas de muerte más frecuentes fueron por hipocalcemia 15,6% (n = 22), traumatismo 11,3% (n = 16), leucosis 7,1% (n = 10), metritis 5% (n = 7), sobrecarga ruminal 5% (n = 7), y reticuloperitonitis y/o pericarditis traumática 4,3% (n = 6). Las causas de muerte más frecuentes corresponden al 48,2% (n = 68) del total de las muertes (Tabla 6). El 92,2% (n = 130) de los diagnósticos de mortalidad emitidos por veterinarios asesores, incluyeron 36,9% (n = 52) diagnósticos clínicos que no fueron confirmados por pruebas de laboratorio, y por tanto representan mayormente diagnósticos presuntivos y 29,8% (n = 42) sin diagnóstico. El 25,5% (n = 36) fueron diagnósticos de los veterinarios asesores como traumatismo, metritis, mastitis, distocia, asfixia y otros. El sistema de diagnóstico veterinario de la PSA hizo el diagnóstico del 7,8% (n = 11) de las vacas muertas, incluyendo un brote de mortalidad. Los diagnósticos fueron: 3 casos de reticuloperitonitis-pericarditis traumática, 2 casos de septicemias con origen en el tracto gastrointestinal, 1 caso de leucosis, 1 caso de meteorismo ruminal secundario a obstrucción esofágica y sobre carga ruminal, 1 caso de paratuberculosis y salmonelosis, 1 caso de peritonitis abscedativa, 1 caso de salmonelosis y 1 caso de trauma de la vena mamaria. En los casos que los veterinarios asesores hicieron dos necropsias, los diagnósticos fueron: endocarditis bacteriana en un caso y paratuberculosis en otro, estos diagnósticos no fueron confirmados por pruebas de laboratorio.

Tabla 6. Frecuencia de las causas de mortalidad de vacas en 12 rodeos en los departamentos de Colonia y San José desde junio de 2019 a mayo de 2020.

Causas	n	%
Hipocalcemia	22	15,6
Traumatismo	16	11,3
Leucosis	10	7,1
Metritis	7	5,0
Sobrecarga ruminal y/o meteorismo	7	5,0
Reticuloperitonitis-pericarditis traumática	6	4,3
Acidosis	5	3,5
Asfixia por inmersión en agua o barro	3	2,1
Distocia	3	2,1
Mastitis aguda	3	2,1
Paratuberculosis	2	1,4
Hipomagnesemia e hipocalcemia	2	1,4
Pododermatitis séptica	2	1,4
Obstrucción intestinal	2	1,4
Asfixia por ahorcamiento	1	0,7
Cetosis	1	0,7
Endocarditis bacteriana	1	0,7
Neumonía bacteriana	1	0,7
Paratuberculosis y salmonelosis	1	0,7
Peritonitis abscedativa	1	0,7
Prolapso uterino	1	0,7
Ruptura vena mamaria	1	0,7
Salmonelosis	1	0,7
Sin diagnóstico	42	29,8
Total	141	100

La Tabla 7 muestra la frecuencia de descarte para faena y por mortalidad de acuerdo con la paridad, la etapa de la lactancia, las vacas secas y la estación del año en los 12 rodeos.

Tabla 7. Frecuencia de descarte de vacas para faena y por mortalidad según la paridad, la etapa de lactancia o vacas secas y la estación del año en 12 rodeos en los departamentos de Colonia y San José desde junio de 2019 a mayo de 2020.

Variable	Rodeos												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Paridad, % (n)													
1	11,1 (2)	16,7 (4)	21,1 (8)	21,4 (6)	34,8 (16)	15,1 (8)	24,4 (10)	36,8 (28)	12,1 (8)	23,6 (21)	18,7 (17)	32,4 (44)	24,4 (172)
2	44,4 (8)	8,3 (2)	13,2 (5)	21,4 (6)	21,7 (10)	28,3 (15)	14,6 (6)	21,1 (16)	19,7 (13)	23,6 (21)	20,9 (19)	19,9 (27)	21 (148)
3	22,2 (4)	12,5 (3)	26,3 (10)	10,5 (3)	10,9 (5)	20,8 (11)	17,1 (7)	7,9 (6)	13,6 (9)	15,7 (14)	25,3 (23)	18,4 (25)	17 (120)
>3	22,2 (4)	62,5 (15)	39,5 (15)	46,4 (13)	32,6 (15)	35,8 (19)	43,9 (18)	34,2 (26)	54,5 (36)	37,1 (33)	35,2 (32)	29,4 (40)	37,7 (266)
Etapa de lactancia, % (n)													
<100 días	38,9 (7)	16,7 (4)	23,7 (9)	21,4 (6)	26,1 (12)	24,5 (13)	19,5 (8)	31,6 (24)	45,5 (30)	34,8 (31)	24,2 (22)	45,6 (62)	32,3 (228)
100-200 días	22,2 (4)	12,5 (3)	23,7 (9)	32,1 (9)	13 (6)	11,3 (6)	26,8 (11)	14,5 (11)	16,7 (11)	14,6 (13)	14,3 (13)	20,6 (28)	17,6 (124)
>200 días	38,9 (7)	62,5 (15)	42,1 (16)	46,4 (13)	52,2 (24)	49,1 (26)	34,1 (14)	43,4 (33)	22,7 (15)	28,1 (25)	59,3 (54)	27,9 (38)	39,7 (280)
Secas	0	8,3 (2)	10,5 (4)	0	8,7 (4)	15,1 (8)	19,5 (8)	10,5 (8)	15,2 (10)	22,5 (20)	2,2 (2)	5,9 (8)	10,5 (74)
Estación del año, % (n)													
Invierno	27,8 (5)	20,8 (5)	28,9 (11)	21,4 (6)	30,4 (14)	20,8 (11)	29,3 (12)	38,2 (29)	27,3 (18)	16,9 (15)	23,1 (21)	61 (83)	32,6 (230)
Primavera	27,8 (5)	0	15,8 (6)	28,6 (8)	17,4 (8)	22,6 (12)	56,1 (23)	22,4 (17)	31,8 (21)	27 (24)	15,4 (14)	21,3 (29)	23,7 (167)
Verano	22,2 (4)	25 (6)	42,1 (16)	25 (7)	23,9 (11)	11,3 (6)	7,3 (3)	21,1 (16)	15,2 (10)	37,1 (33)	22 (20)	6,6 (9)	20 (141)
Otoño	22,2 (4)	54,2 (13)	13,2 (5)	25 (7)	28,3 (13)	45,3 (24)	7,3 (3)	18,4 (14)	25,8 (17)	19,1 (17)	39,6 (36)	11 (15)	23,8 (168)
Total	100 (18)	100 (24)	100 (38)	100 (28)	100 (46)	100 (53)	100 (41)	100 (76)	100 (66)	100 (89)	100 (91)	100 (136)	100 (706)

Según la paridad, el 37,7% (n = 266, rango: 22,2%-62,5%) de las vacas descartadas para faena más la mortalidad fueron vacas con más de tres partos; seguido por vacas de primer parto con el 24,4% (n = 172, rango: 11,1%-36,8%). El 21% (n = 148, rango: 8,3%-44,4%) de los descartes fueron vacas con dos partos y el 17% (n = 120, rango: 7,9%-26,3%) vacas con tres partos. La paridad incide significativamente ($p < 0,05$) en el descarte para faena (Tabla 8). La mayoría de las vacas descartadas para faena fueron vacas con más de 3 partos, que alcanzaron una tasa de 34,9% (n = 197) del total de descartes seguido por las vacas de primer parto

con el 25,3% (n = 143) (Tabla 8). La paridad influyó significativamente ($p < 0,05$) en la mortalidad. El 48,9% (n = 69) de las muertes ocurrieron en vacas con más de 3 partos, seguidas, por vacas de primer parto con el 20,6% (n = 29) de las muertes (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto de la paridad sobre la frecuencia del descarte de vacas para faena (n = 565) y por mortalidad (n = 141) en 12 rodeos en los departamentos de Colonia y San José desde junio de 2019 a mayo de 2020.

Paridad	Faena			Mortalidad		
	Vacas	Valor esperado	Chi-cuadrado	Vacas	Valor esperado	Chi-cuadrado
1p	143 ^{a*}	141,25	0,02	29 ^a	35,25	1,11
2p	124 ^a	141,25	2,11	24 ^a	35,25	3,59
3p	101 ^b	141,25	11,47	19 ^a	35,25	7,49
>3p	197 ^c	141,25	22,00	69 ^b	35,25	32,31
Chi-cuadrado 3 gl			35,60			44,50
p-valor			0,000			0,000

*gl = grados de libertad, * Los valores dentro de una columna seguidos de diferentes letras en superíndice son significativamente diferentes ($P < 0,05$).*

La frecuencia del descarte de vacas para faena y por mortalidad de vacas lecheras varió de acuerdo con la etapa de lactancia o las vacas secas en los 12 rodeos. El 39,7% (n = 280, rango: 22,7%-62,5%) de las vacas descartadas estaban en lactancia tardía, seguido por el 32,3% (n = 228, rango: 16,7%-45,6%) en lactancia temprana, el 17,6% (n = 124, rango: 11,3%-26,8%) en lactancia media y el 10,5% (n = 74, rango: 0%-22,5%) fueron vacas secas (Tabla 7). La etapa de la lactancia incide significativamente ($p < 0,05$) en el descarte para faena. La mayoría (46%, n = 260) de vacas descartadas para faena estaban en lactancia tardía (Tabla 9) y las causas más frecuentes fueron por problemas reproductivos (55%, n = 143), por mastitis (27,7%, n = 72) y por baja producción (7,3%, n = 19). El descarte de las vacas en lactancia temprana fue de 26,7% (n = 151) y las causas más frecuentes fueron mastitis (43,7%, n = 66), defectos de conformación de la ubre (19,9%, n = 30) y baja producción (12,6%, n = 19) (datos no mostrados). La etapa de la lactancia incide significativamente ($p < 0,05$) en el descarte por mortalidad. La mayor frecuencia de

mortalidad ocurrió en la lactancia temprana (54,6%, n = 77) del total de vacas muertas (Tabla 9).

Tabla 9. Efecto de la etapa de lactancia o vacas secas sobre la frecuencia del descarte de vacas para faena (n = 565) y por mortalidad (n = 141) en 12 rodeos en los departamentos de Colonia y San José desde junio de 2019 a mayo de 2020.

Etapa lactancia	Faena			Mortalidad		
	Vacas	Valor esperado	Chi-cuadrado	Vacas	Valor esperado	Chi-cuadrado
<100 días	151 ^{a*}	141,25	0,67	77 ^a	35,25	49,45
100-200 días	103 ^b	141,25	10,36	21 ^b	35,25	5,76
>200 días	260 ^c	141,25	99,83	20 ^b	35,25	6,60
Secas	51 ^d	141,25	57,66	23 ^b	35,25	4,26
Chi-cuadrado 3 gl			168,53			66,06
p-valor			0,000			0,000

*gl = grados de libertad, * Los valores dentro de una columna seguidos de diferentes letras en superíndice son significativamente diferentes (P < 0,05).*

La tasa de descarte vacas total varió según la estación del año siendo mayor en invierno con el 32,6% (n = 230, rango: 16,9%-61%) en los 12 predios; seguido, por otoño 23,8% (n = 168, rango: 7,3%-54,2%); primavera 23,7% (n = 167, rango 0%-56,1%) y verano 20% (n = 141, rango: 6,6%-42,1%) (Tabla 7). La estación del año incide en el descarte para faena significativamente (p < 0,05), no observándose diferencias estadísticas en la mortalidad (Tabla 10). La mayor tasa de vacas para faena, el 34,5% (n = 195) fue en invierno. En primavera fue del 24,6% (n = 139), en otoño del 21,6% (n = 122) y en verano del 19% (n = 109). La mayor proporción de muertes, el 32,6% (n = 46) ocurrió en otoño, el 24,8% (n = 35) en invierno, el 22,7% (n = 32) en verano y el 19,9% (n = 28) de las vacas murieron en primavera.

Tabla 10. Efecto de la estación del año sobre el descarte de vacas para faena (n = 565) y por mortalidad (n = 141) en 12 rodeos en los departamentos de Colonia y San José desde junio de 2019 a mayo de 2020.

Estación del año	Faena			Mortalidad		
	Vacas	Valor esperado	Chi-cuadrado	Vacas	Valor esperado	Chi-cuadrado
Invierno	195 ^{a*}	141,25	20,45	35	35,25	0,00
Primavera	139 ^b	141,25	0,04	28	35,25	1,49
Verano	109 ^b	141,25	7,36	32	35,25	0,30
Otoño	122 ^b	141,25	2,62	46	35,25	3,28
Chi-cuadrado 3 gl			30,48			5,07
p-valor			0,000			0,17

*gl = grados de libertad, * Los valores dentro de una columna seguidos de diferentes letras en superíndice son significativamente diferentes (P < 0,05).*

Los datos productivos y reproductivos de las vacas lecheras descartadas para faena y por muertes en los 12 rodeos se presentan en la Tabla 11. En promedio, la VR de las vacas fue de 66,3 ±26,4 meses (rango: 55,8-100,6), la EPP fue de 28,2 ±5,1 meses (rango: 25,2-32,5), la VP fue de 38,1 ±25,4 meses (rango: 28,5-69), el número de partos de las vacas fue 3,0 ±1,8 (rango: 2,5-5,4), la PVP de leche en litros fue 22842 ±16401 L (rango: 16727-28668), el DEL fue 967 ±642 d (rango: 763-1560), el porcentaje de TPVP fue 85 ±13,3% (rango: 79,2-90), El porcentaje de TPVR de las vacas fue de 43,4 ±16,5% (rango: 38,3-47,9), la PDVP en L fue de 22,6 ±5,5 L (rango: 18,1-26,3). La PDVR fue 10,1 ±4,8 L (rango: 8,2-13).

Los datos de producción y reproducción de las vacas descartadas para faena (n = 555) comparado con las vacas muertas (n = 139) fueron significativamente diferentes (p < 0,05) para la EPP (27,9 ±5 meses vs 29,3 ±5,7 meses), el número de partos (2,9 ±1,8 partos vs 3,4 ±1,8 partos), la PDVP (22,9 ±5,4 L vs 21,5 ±5,7 L) y la PDVR (10,3 ±4,8 L vs 9,1 ±4,6 L) (Tabla 11). La edad al descarte (65,9 ±26,3 meses y 67,9 ±27,2 meses), la VP (38 ±25,3 meses y 38,6 ±25,8 meses), la PVP (23221 ±16632 L vs 21220 ±15331 L), los DEL (974 ±647 vs 938 ±617), el TPVP (85,1 ±13,1% vs 84,7 ±14,1%) y el TPV (43,9 ±16,3% vs 40,9 ±17,4%) no fueron estadísticamente diferentes (Tabla 11).

Tabla 11. Características productivas y reproductivas de las vacas descartadas para faena (n = 555) y por mortalidad (n = 139) en 12 rodeos en los departamentos de Colonia y San José desde junio de 2019 a mayo de 2020.

Rodeos	Variables									
	VR (m)	EPP (m)	VP (m)	No. Partos	PVP (L)	DEL	TPVP (%)	TPVR (%)	PDVP (L)	PDVR (L)
1	63,6	30,2	33,5	2,7	-	-	-	-	-	-
2	100,6	31,5	69	5,4	28668	1560	79,2	46,8	18,1	8,5
3	66,4	29,7	36,7	3,2	20952	1018	90	43,7	19,3	8,7
4	79,8	32	47,8	3,6	26982	1237	88,5	47,9	21,3	10,3
5	65	30	35	2,8	22139	847	83,6	38,3	24,1	9,7
6	67,1	27,2	39,8	2,8	24524	1029	84,1	46,6	22,8	10,8
7	73,8	30,8	43	3,1	-	-	-	-	-	-
8	55,8	27,1	28,7	2,5	16727	763	88,9	39,8	20,2	8,5
9	74	32,5	41,4	3,6	20064	1046	81,9	42,4	19,1	8,2
10	66,6	27,6	39	3	26314	1004	85,8	43,4	24,3	11,1
11	64	25,2	38,8	3,1	28224	1013	87,3	47,7	26,3	13
12	58,5	26	32,5	2,6	19771	824	82,3	41,7	23,4	9,9
Faena	65,9 ±26,3	27,9 ±5*	38 ±25,3	2,9 ±1,8*	23221 ±16632	974 ±647	85,1 ±13,1	43,9 ±16,3	22,9 ±5,4*	10,3 ±4,8*
Mortalidad	67,9 ±27,2	29,3 ±5,7	38,6 ±25,8	3,4 ±1,8	21220 ±15331	938 ±617	84,7 ±14,1	40,9 ±17,4	21,5 ±5,7	9,1 ±4,6
Promedio total ± DE	66,3 ±26,4	28,2 ±5,1	38,1 ±25,4	3 ±1,8	22842 ±16401	967 ±642	85 ±13,3	43,4 ±16,5	22,6 ±5,5	10,1 ±4,8
Mínimo	24,2	21	0	1	0	0	0	0	0	0
Máximo	175,9	49,7	145,8	12	73233	3439	100	73,2	44,2	21,9

VR = vida en el rodeo, EPP = edad al primer parto, VP = vida productiva, PVP = producción vida productiva, TPVP = tiempo en producción en la vida productiva, TPVR = tiempo en producción en la vida en el rodeo, PDVP = producción diaria vida productiva, PDVR = producción diaria en la vida en el rodeo, * (p < 0,05), DE = desviación estándar.

DISCUSIÓN

Se adoptó el esquema de los destinos propuesto por Fetrow et al. (2006) y las categorías del descarte para faena fueron definidas y validadas con la participación de veterinarios y asesores expertos del sistema lechero de Uruguay. En Uruguay de 77296 registros de descarte del periodo comprendido entre 2013 y 2017, el 60% de los descartes aparecen “sin datos”, el 25% solo registra “venta o muerte” y el 15% registra información sin categorizar (Sotelo, 2018b). El sector lechero de Uruguay necesita adoptar el esquema de registro de descartes como herramienta útil para identificar las causas de descarte de vacas, definir los criterios de inclusión, mejorar

la precisión de la información en los rodeos uruguayos, mejorar la difusión y buscar estrategias para fortalecer la participación de los productores y asesores.

Este estudio ha calculado una tasa total de descarte de 23,1% en 12 rodeos lecheros de Uruguay para el periodo junio 2019 a mayo 2020. La mayor proporción del descarte, el 18,1% fue descarte para faena, el 4,5% por mortalidad y el 0,5% fueron ventas para lechería. Excluyendo las ventas para lechería, el descarte fue 22,6%, valor inferior a los rangos reportados en EE. UU. (25%-35%) (Smith et al., 2000; Hadley et al., 2006; Pinedo et al., 2010), Holanda (25,4%) (Mohd Nor et al., 2014), Noroccidente de España (26%) (Fouz et al., 2014), Argentina (28%) (Rossler et al., 2016), Nororiente de España (28,1%) (Armengol & Fraile, 2018), Estonia (26,2%) (Rilanto et al., 2020) y Canadá (32,4%) (CDIC, 2021). No obstante, son similares a las tasas de descarte reportadas previamente en el Reino Unido (Whitaker et al., 2000; Whitaker et al., 2004; Orpin & Esslemont, 2010), Francia (Raboisson et al., 2011), Polonia (Olechnowicz & Jaskowski, 2011) y Noreste de Irán (Azizzadeh, 2011). Estuvieron por encima de las tasas de Irlanda, de 21,3% (Maher et al., 2008) y de Nueva Zelanda (17,7%) (Compton et al., 2016), países con sistemas de producción basado en pasturas, similares a Uruguay (Fariña & Chilbroste, 2019). No existe una tasa de descarte óptima única que sea aplicable a todos los rodeos debido a una variedad de factores (Fetrow et al., 2006), no obstante Rogers et al. (1988a, 1988b) encontraron que los ingresos óptimos anualizados se alcanzan con tasas de descarte y vida productiva de 25% y 47,8 meses, respectivamente. En Uruguay la tasa de descarte varía en cada tambo, es necesario investigar la tasa óptima de descarte y la vida productiva óptima para alcanzar mayor rentabilidad. Las tasas de descarte en algunos rodeos fueron menores del 18%. Esto significa que tasas de 18% o menores pueden ser alcanzadas en tambos de Uruguay, por lo tanto, una meta razonable a seguir sería el 18%, considerando que la mayoría del descarte fue por problemas de salud y mortalidad. Una meta en lo posible debe ser acompañada de un análisis económico para generar el conocimiento propio en las tasas apropiadas de descarte bajo las condiciones de la lechería de Uruguay, ya que tasas bajas de descarte no necesariamente significa que sean rentables (Rogers et al., 1988a).

Las razones más frecuentes de descarte de vacas para faena fueron los problemas reproductivos con el 29,3% y la mastitis con el 25,9%. Estos datos están

de acuerdo con datos reportados en el Reino Unido (Esslemont & Kossaibati, 1997), Perú (Orrego et al., 2003), EE. UU. (Pinedo et al., 2010; Shahid et al., 2015), Escocia (Chiumia et al., 2013), Nueva Zelanda (Compton et al., 2016; Rocha et al., 2017; Kerslake et al., 2018), y Canadá (CDIC, 2021). En Uruguay las tasas de descarte variaron en los tambos incluidos en este estudio, por mastitis el rango fue entre 8,3% y 37,5% y por problemas reproductivos fue de 16,7% a 58,5%. El hecho de que hubo tambos con tasas de descarte por mastitis de 8,3% y por problemas reproductivos de 16,7% y considerando que estas tasas no son producto de retención de vacas por otras causas de descarte como muerte o abortos, sugiere que esas tasas pueden ser alcanzadas en rodeos lecheros de Uruguay, mediante programas adecuados de control de mastitis y mejora de los índices reproductivos.

El descarte por infertilidad fue la causa más frecuente en los problemas reproductivos (17,1%, rango: 5,6%-41,5%). Estos datos estuvieron por debajo de Nueva Zelanda (Rocha et al., 2017; Kerslake et al., 2018) y fueron similares a lo reportado en Australia (Workie et al., 2021). El periodo ideal parto-concepción en vacas lecheras es menor a 100 días (Cavestany, 2000). En Uruguay, este periodo viene incrementando en las últimas décadas: pasó de 131 para 150 días entre 1997-2005 (Rovere et al., 2007) y para 175 días entre 2008-2017 (Sotelo, 2013; Sotelo, 2018a). Gastal et al. (2021) describieron 147 días en promedio entre 2010-2018. Considerando que el registro de una vaca como descarte por infertilidad ocurre cuando la vaca recibe 4 o más servicios por inseminación artificial o repaso con toro y no queda preñada, aumentado el intervalo parto concepción y reduciendo la eficiencia reproductiva (Abdisa, 2018), este período puede ser reducido en Uruguay. En un grupo de 4839 vacas en 10 rodeos, el periodo promedio entre el parto a la concepción fue de 106 días (Dr. Carlos Lemaire, Grupo de Productores Lecheros Asociados al Centro Regional de Experimentación Agropecuaria [CREA], comunicación personal, 2022). Es posible reducir el descarte por infertilidad con metas alcanzables como la tasa del 5,6%, observada en uno de los tambos de este estudio para contribuir a la reducción del descarte por infertilidad.

El deterioro de la eficiencia reproductiva es un problema creciente mundialmente (Lucy, 2001; Ooi et al., 2021). La raza Holstein americana es la raza más difundida en Europa, Reino Unido y Uruguay (INALE, 2014). En Uruguay, un

estudio describe que la tasa de preñez al primer servicio en vacas Holstein biotipo neozelandés (52,3%) fue más alta que la del biotipo americano (35,9%) en un sistema base pastoril, lo que sugiere mejor comportamiento reproductivo en la línea genética neozelandesa (Stirling et al., 2021). Es aconsejable el uso de la línea genética neozelandesa mejor adaptada al sistema pastoril de Uruguay para alcanzar mayor eficiencia reproductiva y reducir el descarte por esta causa.

El aborto (12,2%, rango: 3,4%-23,9%) contribuyó notablemente al descarte de vacas. En Uruguay estimaron el 14% de abortos anualmente en 4839 vacas lecheras preñadas de 10 rodeos entre los años 2014-2016 (Dr. Carlos Lemaire, Grupo de Productores Lecheros Asociados al Centro Regional de Experimentación Agropecuaria [CREA], comunicación personal, 2016). Entre los años de 2017 y 2020 el 13,7% de las vacas abortaron cada año, en una población promedio de 2876 vacas preñadas en 7 rodeos y el 25% de las vacas tienen al menos un aborto durante la vida productiva (Dr. Carlos Lemaire, Grupo de Productores Lecheros Asociados al Centro Regional de Experimentación Agropecuaria [CREA], comunicación personal, 2022). Si observamos los tambos con mayor porcentaje de descarte de vacas por abortos con los de menor porcentaje vemos que es posible reducir el descarte de vacas por aborto equiparando los tambos. Prevenir los abortos es una alternativa para reducir el descarte por problemas reproductivos y proponer como meta tasas próximas de 3,4%, la cual se observó en un tambo de este estudio, lo que parece razonable. Las enfermedades reproductivas infecciosas que causan pérdidas gestacionales incluyen BVDV, BHV-1, *Tritrichomonas fetus*, *Neospora caninum*, *Brucella abortus*, *Leptospira* y *Campylobacter fetus* (Wiltbank et al., 2016; Abdisa, 2018), entre otras. En Uruguay, Macchi et al. (2020) en 102 rodeos describieron prevalencia de *N. caninum* de 20,3% individual y 96% de rodeo. Otro estudio de 102 casos de abortos determinó la etiología en el 53% (n = 54) de los casos y las causas infecciosas más comunes fueron *N. caninum* el 55,6% (n = 30), *Coxiella burnetii* el 11,1% (n = 6) y *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* el 3,7% (n = 2), mientras que otras enfermedades como la salmonelosis y la parainfluenza bovina contribuyeron en menor proporción, y la causa fue indeterminada en el 47% (n = 48) de los casos (Macías-Rioseco et al., 2020). La alta frecuencia de *N. caninum* sugiere que habría que aplicar estrategias descritas previamente para reducir la prevalencia serológica y los abortos (Lagomarsino et al., 2019; Campero et al., 2021). En Uruguay,

recientemente, se implementaron pruebas para el diagnóstico de *Campylobacter fetus* (Silveira et al., 2018; Macías-Rioseco et al., 2019a; Macías-Rioseco et al., 2020), *Coxiella burnetii* (Macías-Rioseco et al., 2019b; Rabaza et al., 2021), *Tritrichomonas foetus* (Silveira et al., 2020), *N. caninum* (Macías-Rioseco et al., 2019b; Da Silva et al., 2020a), leptospirosis (Zarantonelli et al., 2018) y enfermedades asociadas al virus de la diarrea viral bovina (Da Silva et al., 2020b). El diagnóstico sistemático de las enfermedades reproductivas, la investigación de los factores de riesgo, el uso de vacunas comprobadamente eficaces y la adopción de medidas adecuadas de control es fundamental para disminuir la prevalencia y el descarte de vacas por abortos en rodeos lecheros de Uruguay.

La frecuencia de descarte por mastitis 25,9 % (n = 187) fue alta y superior a la reportada en el Reino Unido (Whitaker et al., 2004), en EE. UU. (Pinedo et al., 2010), en Nueva Zelanda (Compton et al., 2016; Kerslake et al., 2018) y en Australia (Workie et al., 2021). La frecuencia de descarte por mastitis es más alta en países con sistemas productivos en confinamiento comparado con países con sistemas pastoriles (Washburn et al., 2002). No obstante, el sistema productivo lechero de Uruguay con alimentación de base pastoril (Fariña & Chilibroste, 2019) reveló tasas de descarte por mastitis más altas incluso que los sistemas productivos en confinamiento. Estos datos sugieren la necesidad de llevar a cabo investigaciones en salud de la ubre, factores de riesgo de mastitis e higiene en el manejo de la ubre como meta para reducir los descartes por mastitis, la cual ha impactado significativamente los rodeos de leche en Uruguay en los últimos 20 años (Giannechini et al., 2002a; Giannechini et al., 2002b; Giannechini et al., 2014).

En vacas un RCS en leche menor de 200000 células/ml es típico de una ubre sana o no infectada (Laevens et al., 1997; Halasa & Kirkeby, 2020; Sharun et al., 2021). La tendencia mundial del RCS en el tanque es no exceder las 400000 células/ml, generalmente, aceptado como el estándar de exportación internacional (Norman et al., 2000; More, 2009). En Uruguay, en 29 tambos con una población de 3351 vacas en riesgo, la prevalencia de mastitis subclínica, definida por RCS mayor de 300000 células/ml, fue de 52,4% y la de mastitis clínica fue el 14,4% (Giannechini et al., 2002b). Posteriormente, en otro trabajo, que incluyó 53 tambos y 2254 vacas, encontraron prevalencias de mastitis subclínica de 54,2% y mastitis

clínica de 11,8%, respectivamente (Giannechini et al., 2014). Otro trabajo encontró incidencia de mastitis clínica de 27,6% (Cruz et al., 2021). El patógeno más frecuentemente aislado fue *S. aureus* (Giannechini et al., 2002a; De los Santos et al., 2014; Giannechini et al., 2014). Los aislamientos de *S. aureus* y *Staphylococcus* coagulasa negativa mostraron resistencia antimicrobiana a la penicilina (Giannechini et al., 2002a; Giannechini et al., 2014). Los aislamientos del género *Enterococcus* fueron resistentes a penicilina y cefalotina (Giannechini et al., 2014). Bouman et al. (2005) describieron las fortalezas y debilidades para el control de mastitis en Uruguay; incluyeron en las debilidades: existencia de instalaciones obsoletas; falta de mantenimiento regular de los equipos; venta de antibióticos sin restricciones; falta de centros de entrenamiento para los tamberos; y el hecho de que los incentivos por calidad de la leche no fueron implementados para todos los productores. Desconocemos si fueron implementadas medidas para corregir esas debilidades, pero 17 años después la mastitis es la primera causa de descarte de vacas de forma prematura.

La implementación del Decreto 359/013 (Uruguay, 2013) para mantener la competitividad en el mercado internacional en materia de inocuidad y calidad de la leche, estableció el sistema progresivo de la calidad higiénica y sanitaria de la leche, para contribuir al mejoramiento de la calidad de la leche. Este decreto fue modificado mediante el Decreto 382/016 que estableció el recuento bacteriano en 100000 UFC/ml de leche y el RCS en 400000 células/ml de leche a partir del 5 de diciembre de 2016 (Uruguay, 2016). El productor que supere los límites establecidos quedará en infracción (Uruguay, 2013). La aplicación de estos decretos mejoró la calidad de la leche (MGAP-DIEA, 2021b) pero, aparentemente, no contribuyó para la disminución de la prevalencia de mastitis. Es posible que los productores no tengan un programa adecuado para controlar mastitis y descartan las vacas por mastitis para cumplir la normatividad en el rango exigido y poder entregar la leche. Para la disminución de los descartes por mastitis es importante incrementar las actividades de investigación y extensión para que sean mejoradas y/o adoptadas estrategias reconocidamente eficientes para el control de la mastitis: adecuación de la rutina de ordeño con sellado de los pezones; utilización de ambientes limpios y asegurando el buen funcionamiento de la máquina ordeñadora; alimentación correcta; y eliminación de las infecciones existentes mediante tratamiento adecuado

de casos clínicos, tratamiento de las vacas al secado y descarte de animales con mastitis crónica o aguda sin respuesta a los tratamientos. Es importante, también, establecer sistemas adecuados de diagnóstico e investigación referente a la epidemiología y control de las mastitis, incluyendo: determinación de los agentes, utilización racional de antibióticos y desarrollo de vacunas. Adicionalmente, es importante establecer un programa de vigilancia permanente para detectar precozmente las posibles fallas en el control de la mastitis.

El descarte por cojeras fue de 4,6% ($n = 33$). Estos datos estuvieron por encima de países con sistemas pastoriles como Nueva Zelanda (Kerslake et al., 2018) y Australia (Aleri et al., 2021). En Uruguay, la incidencia clínica de cojeras fue de 5% ($n = 5375$ VM) (Cruz et al., 2021). Los resultados de este trabajo concuerdan parcialmente con datos que describen que la cojera es la tercera pérdida económica más importante después de la infertilidad y la mastitis en ganado lechero (O'Connor et al., 2020). En el actual estudio el descarte por cojeras fue la cuarta razón de descarte más frecuente pero no menor en importancia. Los valores porcentuales fueron más del doble de las frecuencias reportadas para países con sistemas productivos similares (Kerslake et al., 2018; Workie et al., 2021). Adicionalmente, algunos de los tambos incluidos en el estudio no descartaron vacas por cojeras indicando que, en las condiciones actuales de la lechería en Uruguay, el descarte por cojeras es prevenible. Estos datos señalan una potencial oportunidad de mejora implementando las medidas preventivas similares de los tambos que no descartaron vacas por cojeras en aquellos tambos con las mayores frecuencias de descarte por cojeras. Es aconsejable el uso de pediluvios junto con un programa de mantenimiento de las pezuñas (Perusia, 2001; O'Driscoll, 2016). Principalmente en los primeros 30 días posparto se debe monitorear las vacas para controlar eventos de metritis, problemas nutricionales o metabólicos que causen laminitis; además las instalaciones deben contar con caminería y pisos adecuados; es aconsejable reducir las distancias de recorrido y tiempos de permanencia en el tambo y la pista de alimentación (Vermunt, 2006). Las vacas con signos clínicos deben ser evaluadas y tratadas adecuadamente. Es necesario mantener un sistema de monitoreo para investigar agentes infecciosos, tener un potrero cerca al tambo para las vacas con signos clínicos; y reducir los recorridos de las vacas cojas para lograr pronta recuperación y minimizar el descarte por cojeras.

El descarte podal por úlcera de la suela fue del 1,8% (n = 13) de las vacas descartadas, seguido de laminitis con el 1,3% (n = 9). Estos datos están de acuerdo con datos que describen que la úlcera de la suela es la razón más frecuente de los problemas locomotores (Olechnowicz & Jaskowski, 2011). Es pertinente investigar las causas y factores de riesgo de las úlceras de la suela para prevenirlas. El descarte por traumatismo en región diferente al pie fue el 1,5% (n = 11), es necesario optimizar las medidas de manejo, descartar las vacas indóciles, y evitar los pisos inadecuados para prevenir los traumatismos. En lo posible es aconsejable tener el lote de vacas de primer parto separado de las vacas multíparas para evitar problemas de dominancia y accidentes.

El descarte por otras enfermedades fue 4,7% (n = 34) del total del descarte. Es escasa la literatura nacional e internacional que incluya el diagnóstico y tasa de descarte por otras enfermedades. Los datos están por encima de datos en Australia que encontraron descarte de vacas por fiebre de la leche (hipocalcemia) de 0,65% y por meteorismo de 0,52% (Workie et al., 2021). Históricamente, los datos disponibles del rodeo lechero comprenden registros de enfermedades clínicas (Kelton et al., 1998) y los eventos de manejo que están sujetos a variabilidad en el rigor y consistencia de su registro (Kelton, 2006). En Uruguay, excluyendo los problemas reproductivos, de la ubre y los podales, la mayor frecuencia de descarte por enfermedad (diagnóstico clínico sin corroborar con pruebas de laboratorio) parecerían ocurrir por leucosis, paratuberculosis y por tumores del ojo y la vulva (Dr. Carlos Lemaire, Grupo de Productores Lecheros Asociados al Centro Regional de Experimentación Agropecuaria [CREA], comunicación personal, 2022). En este trabajo, los porcentajes estuvieron por encima de países con similar sistema de producción, incluso las frecuencias de descarte en la categoría “otras enfermedades” fueron variables entre los tambos incluidos en la investigación. Sin embargo, dos tambos no descartaron vacas en esta categoría indicando que el descarte por “otras enfermedades” puede ser mínimo en los rodeos uruguayos. En este trabajo, las enfermedades más frecuentes según el diagnóstico clínico, la mayoría sin confirmación por laboratorio, fueron la leucosis bovina, la sobrecarga ruminal con o sin meteorismo, la paratuberculosis y el tumor de ojo. Son necesarias investigaciones adicionales más específicas para confirmar el diagnóstico preciso de las

enfermedades y establecer los programas de control de las mismas, principalmente de enfermedades infecciosas con efectos devastadores en la producción y salud del rodeo como la paratuberculosis y la leucosis, entre otras. Las enfermedades y sus frecuencias descritas en este trabajo están parcialmente de acuerdo con datos de España, que describen asociación positiva entre la paratuberculosis y el descarte para faena (Arrazuría et al., 2014), y las enfermedades más frecuentes fueron las infecciosas y las metabólicas y/o digestivas (Armengol & Fraile, 2018). En Uruguay, un estudio en 13 rodeos (n = 7210 VM) encontró que las enfermedades más frecuentes fueron hipocalcemia subclínica (57%), retención de placenta-metritis (5%), hipocalcemia clínica (2%) e indigestión (2%), pero se desconoce el impacto de estas enfermedades en el descarte (Pereira et al., 2017). Este estudio proporciona una imagen razonablemente precisa de las enfermedades que son motivo de descarte en la cuenca lechera. No obstante, es necesario confirmar las enfermedades por análisis de laboratorio y prevenir las enfermedades metabólicas y/o nutricionales en el periodo seco, monitorear la lactancia temprana y establecer las medidas correctivas oportunas. La leucosis bovina y la paratuberculosis fueron diagnosticadas en el curso de este trabajo en la PSA. Estas enfermedades son de declaración obligatoria Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) (Uruguay, 2017), tienen graves repercusiones en la salud del rodeo y son potenciales barreras para arancelarias que limitan el comercio internacional.

En Uruguay, la paratuberculosis fue descrita en 1944 (Cassamagnaghi & Cassamagnaghi, 1947) y posteriormente alcanzó una seroprevalencia de 16% individual y el 72% de los rodeos (Piaggio et al., 2002). En un trabajo posterior la prevalencia fue de 5,6% a nivel individual y de 70,2% de los rodeos (Núñez, 2007). En Uruguay, es necesario crear una línea de investigación para conocer el efecto sobre el descarte de vacas, la prevalencia actual y la epidemiología para establecer un programa eficiente de control de la paratuberculosis, como se ha desarrollado en Nueva Zelanda (Bates et al., 2019) y otros países.

La leucosis bovina, causada por el virus de la leucosis bovina (VLB) es más prevalente en ganado lechero (Bartlett et al., 2020) con impacto económico por mortalidad (Constable et al., 2017), decomiso en la faena por tumores linfomatosos, reducción de la vida productiva, mayor descarte de vacas, disminución de la

producción (Bartlett et al., 2020), disminución de los índices reproductivos (Puentes et al., 2016) y por el potencial zoonótico (Kuczewski et al., 2021). En Uruguay, la prevalencia se ha incrementado desde su primer reporte en 1982 que fue de 18,3% en 483 vacas lecheras exportadas a Brasil (Kantek-Navarro et al., 1982). Posteriormente, la prevalencia individual en rodeos lecheros del noreste de Uruguay fue 20,3% y la prevalencia por rodeos fue de 77% (Mederos & Irigoyen, 1998). La prevalencia a nivel nacional en ganado lechero individual fue de 78,8% y la predial de 95% (Dr. Federico Fernández, MGAP, comunicación personal, 2018). Garzón et al. (2021) describieron una tasa de preñez del 81% en vacas seronegativas al VLB y *N. caninum* y 65% en vacas seropositivas a ambos agentes, las diferencias fueron estadísticamente significativas a ambos agentes. Estos datos sugieren un efecto negativo de la infección por los agentes citados en la reproducción. Riet-Correa et al. (2019) propusieron medidas de control de la leucosis bovina, como instaurar un plan nacional para el control de la enfermedad que incluya identificar los animales con mayor carga proviral e implementar un plan de descarte gradual de estos, además de establecer medidas profilácticas de rutina para disminuir la transmisión de la enfermedad. Poner en práctica este u otro plan de control para la leucosis es de fundamental importancia para la industria lechera de Uruguay, tanto por las pérdidas económicas como por los riesgos de futuras restricciones en los mercados internacionales, sumado a algunas evidencias recientes que sugieren un posible rol zoonótico del virus.

El descarte por baja producción fue el 6,8% (n = 49). Estos datos estuvieron por debajo de lo reportado en Nueva Zelanda (Rocha et al., 2017). Las vacas de mayor producción tienen menor riesgo de descarte (Gröhn et al., 1998; Pinedo et al., 2010). El 65,3% (n = 32) de las vacas eliminadas por baja producción fueron vacas jóvenes sin enfermedad aparente. Cuando se indagó por qué se descartaron vacas de primer parto por baja producción, varios productores o asesores mencionaron que eran vacas que habían abortado entre 5-7 meses de gestación, entraron al tambo, pero no alcanzaron la producción deseada y fueron descartadas por baja producción. En este caso hubo registro incorrecto de la razón de descarte y no fue considerada la causa que llevó a baja producción pues el aborto reduce la producción de leche (Hosseini-Zadeh, 2013). También informaron que en algunos casos fueron vacas que no estuvieron en óptimas condiciones en la cría o recria y no alcanzaron la meta de

producción. Estos datos son concordantes con la alta mortalidad de terneras descrita en Uruguay (Schild et al., 2020), por lo que es necesario mejorar las condiciones de cría de las vaquillonas para evitar el descarte precoz en la primera lactación.

El descarte por edad fue de 2,4% ($n = 17$). Esta información estuvo por debajo de lo reportado en Francia (Seegers et al., 1998), en el Reino Unido (Whitaker et al., 2004), en Nueva Zelanda (Kerslake et al., 2018) y en Australia (Workie et al., 2021). El descarte por edad representa el 34,7% de las vacas eliminadas por baja producción. En Uruguay, la mayoría de las vacas fueron descartadas por otros motivos diferentes al final de la vida productiva, lo que constituye un descarte precoz. Por lo tanto, es necesario continuar el fortalecimiento de los programas de salud y reproductivos para mejorar los índices reproductivos y sanitarios para incrementar la vida productiva y la longevidad de las vacas y reducir el descarte precoz.

El porcentaje de mortalidad durante el periodo de estudio en los 12 rodeos fue del 4,5% ($n = 141$). Del total de los descartes, las muertes fueron el 19,6%. Estos datos estuvieron por encima de datos reportados en Irlanda (Leonard et al., 2001; Maher et al., 2008), Francia (Raboisson et al., 2011) y Nueva Zelanda (Compton et al., 2016). No existe una tasa de mortalidad definida como valor normal (McConnel & Garry, 2019). Reducir la tasa de mortalidad aumenta el tamaño del rodeo (Miller et al., 2008; Fordyce et al., 2021). En Uruguay, la tasa de mortalidad de vacas es estimada en 5% (INALE, 2019) y en 13 tambos comerciales la tasa fue de 6,9% (Pereira et al., 2017). Ningún estudio describió las causas de mortalidad. Este trabajo encontró que la tasa de mortalidad sobre el descarte total fue mayor que en los países con sistemas pastoriles similares incluso mayor o igual a países con sistemas de producción intensificada, caracterizados por tener mayor tasa de mortalidad (Nørgaard et al., 1999; Arnott et al., 2017; Compton et al., 2017; Mee & Boyle, 2020). La mortalidad entre tambos fue variable, pero en un tambo fue de 1,1%. Estos datos, junto con datos descritos antes en rodeos que no descartaron animales en la categoría “otra enfermedad”, sugieren que, con políticas adecuadas de diagnóstico de las enfermedades e investigación de los factores de riesgo, la epidemiología y métodos de profilaxis es posible reducir las tasas de mortalidad y conseguir crecimiento potencial en el tamaño de los rodeos. En este trabajo registramos,

cuando fue posible, las causas de la mortalidad, encontrando la hipocalcemia, los traumatismos, la leucosis bovina, la metritis, la sobrecarga ruminal, y la reticuloperitonitis-pericarditis traumática como las más representativas. A pesar de que la mayoría no fueron confirmadas con pruebas de laboratorio, estos datos estuvieron parcialmente de acuerdo con datos de Dinamarca donde la reticuloperitonitis traumática y desórdenes locomotores fueron los más frecuentes (Thomsen et al., 2012). En Suecia, fueron los eventos traumáticos y las enfermedades (Alvásen et al., 2014). En España, hubo una asociación positiva entre la paratuberculosis y la mortalidad (Arrazuría et al., 2014). En Uruguay, no hay reportes de las principales causas de mortalidad confirmadas mediante análisis laboratoriales de las vacas lecheras, en este trabajo el 36,9% de los diagnósticos de la causa de la muerte no fueron confirmados por exámenes complementarios. El 29,8 % fueron muertes sin diagnóstico. El 25,5% fueron diagnósticos macroscópicos que no requieren pruebas complementarias. En el desarrollo de proyecto, el 7,8% de las muertes fueron diagnosticadas por la PSA. La causa más frecuente fue reticuloperitonitis-pericarditis, seguido de otras causas. Las dos vacas del brote de mortalidad fueron diagnosticadas: una, comorbilidad paratuberculosis y salmonelosis, y la otra, salmonelosis. La salmonelosis es causa importante de mortalidad en rodeos lecheros en Uruguay (Matto et al., 2009; Costa et al., 2018; Casaux et al., 2019). Es necesario optimizar las medidas profilácticas para reducir la mortalidad por salmonelosis. La cantidad de necropsias con exámenes de laboratorio son escasas y no permite evaluar la frecuencia de las causas para sacar conclusiones precisas, y si bien permite identificar varias causas de muerte, se desconoce si son representativas de las principales causas de muerte en los rodeos estudiados. Los asesores de los rodeos expresan preocupación porque la mayoría de las vacas mueren sin diagnóstico de la causa de muerte; cuando se hace diagnóstico de mortalidad es con base en los signos y la evolución clínica. Exceptuando la frecuencia de muertes “sin diagnóstico” que es la predominante, las causas más frecuentes de mortalidad entre 2014 y el 2021 en 10 rodeos con aproximadamente 4839 VM fueron meteorismo, enfermedades metabólicas (desplazamiento de abomaso y acidosis), leucosis y paratuberculosis, todos los diagnósticos fueron clínicos (Dr. Carlos Lemarie, Grupo de Productores Lecheros Asociados al Centro Regional de Experimentación Agropecuaria [CREA], comunicación personal, 2022). El laboratorio de diagnóstico veterinario de la PSA del INIA La Estanzuela hizo otros diagnósticos

de muertes de vacas antes, durante y posterior a este estudio que no fueron incluidos en los resultados por no pertenecer a los 12 predios seleccionados para el seguimiento: Las causas más frecuentes fueron reticuloperitonitis-pericarditis traumática, paratuberculosis, leucosis y anaplasmosis bovina, entre otras. Entre las causas de mortalidad se incluyó un brote de hipomagnesemia con hipocalcemia secundaria descrito en el capítulo 2 y la muerte por astrovirus neurotrópico bovino descrita en el capítulo 3. Ambos casos resaltan que es necesario realizar más investigaciones diagnósticas con soporte laboratorial para identificar causas de muerte de vacas que pudieron haber pasado inadvertidas. Para la prevención de la reticuloperitonitis-pericarditis traumática se sugiere la colección de desechos de alambres y clavos o poner magneto intrarruminal. En este trabajo las frecuencias altas de enfermedades y traumatismos ratifican que existe un potencial campo de investigación para prevenir y continuar resolviendo los problemas sanitarios paralelo a la intensificación gradual de los sistemas productivos. Para prevenir los traumatismos es necesario: capacitar y entrenar los operarios permanentemente optimizando el manejo de animales en la pista de alimentación y el tambo; mejorar la infraestructura física incluyendo pisos adecuados para evitar accidentes de las vacas; descartar las vacas bravas y las vacas dominantes o indóciles; y fortalecer los programas de acostumbramiento o entrenamiento de las vacas de primer parto en la rutina del tambo o manejar las vacas primíparas en lote separado. Es necesario establecer pautas correctas de nutrición y manejo de la dieta para evitar las muertes por sobrecarga ruminal, meteorismo y las enfermedades metabólicas y/o carenciales. Para disminuir otras causas de mortalidad es necesario tener programas de diagnóstico eficientes de bajo costo y rápido procesamiento para que los asesores de los rodeos tengan información precisa y diligente para el control oportuno de las enfermedades y la mortalidad. Es necesario, también, fortalecer la investigación y la extensión, para identificar las causas, estudiar su epidemiología y formas de control, y divulgar los conocimientos necesarios para disminuir el descarte y el impacto económico de las diferentes enfermedades del ganado lechero del Uruguay.

Autores describen que la tasa de descarte anual óptima por problemas de salud considerando a los problemas reproductivos, mastitis, injuria de pezones, dificultad al parto, cojeras, desórdenes metabólicos y otros problemas de salud no debe superar el 50%-60% del total de los descartes (Sol et al., 1984). En este trabajo

los descartes por causas similares en los tambos de la investigación fueron más de 30 unidades porcentuales más altas que la tasa anual óptima sugerida (Sol et al., 1984). Otro trabajo describe el 66% como tasa óptima de descarte por problemas reproductivos, problemas de la ubre, muertes y otros problemas de salud (Rogers et al., 1988a; Roger et al., 1988b). En este trabajo la tasa de descarte por similares causas en los rodeos fueron más de 26 unidades porcentuales más altas que la tasa anual óptima sugerida (Rogers et al., 1988a; Rogers et al., 1988b). Estos datos sugieren que el descarte prematuro de las vacas, en parte, contribuye al crecimiento mínimo, estabilidad o decrecimiento de los rodeos. El tamaño promedio de los rodeos incluidos en este estudio incrementó mínimamente durante el año de estudio. Este incremento ocurrió por la compra de reemplazos de tambos que liquidaron las existencias o mediante reposición con vaquillonas propias. La reducción de los descartes de vacas contribuye al incremento del tamaño de rodeo. Desconocemos si los reemplazos de cada rodeo son suficientes para suplir la reposición de los descartes. También desconocemos si los reemplazos alcanzan para proyectar el crecimiento deseado del rodeo.

La tasa promedio de descarte por venta para lechería (0,5%) es más baja que en Francia (5,7%) (Seegers et al., 1998), EE. UU. (6%) (NAHMS, 2002), Irlanda (14%) (Maher et al., 2008), Holanda (4,1%) (Mohd Nor et al., 2014), Nueva Zelanda (1,4%) (Kerslake et al., 2018), Estonia (6,8%) (Rilanto et al., 2020), Australia (6,4%) (Workie et al., 2021) y Canadá (16,2%) (CDIC, 2021). En Uruguay, la baja tasa de descarte por venta se debe, probablemente, a que los productores utilizan todos los animales criados para reemplazos y no hay excedentes anuales. Además, la venta de vacas para lechería es poco frecuente; es más común vender terneras para exportación o vaquillonas próximas a parir para producir leche en rodeos de Uruguay (Dr. Carlos Lemaire, Grupo de Productores Lecheros Asociados al Centro Regional de Experimentación Agropecuaria [CREA], comunicación personal, 2022). En 2021 se exportaron en pie 86319 vaquillonas (MGAP-DGSG, 2022). La venta de vaquillonas unida a alta tasa de descarte, por venta para faena y por mortalidad, son probablemente algunos factores responsables del decrecimiento histórico del rodeo en Uruguay. Otros dos factores responsables del no crecimiento del rodeo lechero son los problemas reproductivos (Rovere et al., 2007) y la alta mortalidad de terneros (Schild et al., 2020). Por lo tanto, es necesario reducir el descarte de vacas, la

mortalidad de terneros y aumentar la eficiencia reproductiva para lograr excedentes que permitan el crecimiento del rodeo.

Según la paridad, la mayor frecuencia de vacas descartadas fue de vacas con más de 3 partos, seguido por vacas de primer parto. Estos datos están de acuerdo con datos de varios autores que describen que las vacas con mayor paridad son las más frecuentemente descartadas (Bell et al., 2010; Pinedo & De Vries et al., 2010; Pinedo et al., 2010; Compton et al., 2016; Rilanto et al., 2020). La alta frecuencia de descarte de vacas de primer parto contrasta con lo reportado en otros países donde las vacas de primer parto tienen menor frecuencia de descarte (Gröhn et al., 1998; Pinedo et al., 2010). La frecuencia de mortalidad fue mayor en las vacas con más de 3 partos, seguido por las vacas de primer parto. Estos datos están de acuerdo con datos reportados que mencionan que vacas con mayor paridad y vacas de primer parto tienen más riesgo de morir (Thomsen et al., 2004; Miller et al., 2008; Raboisson et al., 2011; Alvásen et al., 2014; Compton et al., 2016; Rilanto et al., 2020). En rodeos lecheros de Uruguay, las vacas de más de 3 partos y las de primer parto constituyen la mayoría de los descartes por paridad. Independiente de la paridad, la tasa alta de descarte de vacas disminuye la vida útil, lo que también es comprobado por la baja tasa de descarte por edad o fin de la vida productiva. En la medida que se controlen las causas de descarte va a aumentar la vida productiva. Las vacas de primer parto y las de más de 3 partos son el foco de atención para reducir la mortalidad y el descarte para faena. El descarte precoz para faena y por mortalidad causa impacto directo en el sistema productivo, porque si los reemplazos son usados para reponer estas muertes, posiblemente no hay excedentes para el crecimiento del rodeo. Los descartes de vacas de primer parto y lactancia temprana representan las mayores pérdidas porque no hay retorno de la inversión en el reemplazo.

Según la etapa de la lactancia y el periodo seco, la mayor frecuencia de vacas descartadas fueron las vacas en lactancia tardía seguida por vacas en lactancia temprana. Estos datos están de acuerdo con lo descrito en Australia (Stevenson & Lean, 1998a), EE. UU. (Pinedo et al., 2010) y Nueva Zelanda (Compton et al., 2016). Las vacas que salieron en lactancia tardía fueron por problemas reproductivos seguido de problemas de ubre y baja producción. Estos datos están de acuerdo con lo reportado en EE. UU. (Pinedo et al., 2010) y en Australia (Stevenson & Lean,

1998a). Sin embargo, la mayoría de las vacas descartadas en la lactancia tardía fueron marcadas para descarte durante la lactancia temprana y media, la mayoría por problemas reproductivos. Estas vacas permanecen en el rodeo hasta bajar la producción de leche, indicando que las causas de descarte ocurren principalmente en la lactancia temprana y media, aunque son descartadas en la lactancia tardía. La mayoría de las vacas descartadas para faena en lactancia temprana fueron por problemas de la ubre y baja producción. Esto está parcialmente de acuerdo con datos previos que reportan las injurias de los pezones y mastitis como descartes primarios en lactancia temprana (Pinedo et al., 2010). Marcar y descartar las vacas en lactancia temprana, es una acción correcta ya que no deben permanecer en el rodeo por razones de salud (mastitis), bienestar (ruptura del ligamento suspensorio de la ubre) o económicas (baja producción). Es posible que la baja producción esté sobrestimada como se explicó previamente. Futuras investigaciones deben ser realizadas para precisar la frecuencia, cuando ocurre y las causas de la baja producción en vacas de primer parto y vacas de mayor paridad. Para esto es necesario implementar monitoreo de la salud y nutrición de las vacas para minimizar los problemas sanitarios, productivos y el riesgo de descarte precoz. Las vacas con mayor tasa de mortalidad estaban en lactancia temprana seguidas de vacas secas. La alta ocurrencia de muerte en lactancia temprana está en acuerdo con previos estudios (Stevenson & Lean, 1998b; Hadley et al., 2006; Rogel & Tamayo, 2007; Dechow & Goodling, 2008; Miller et al., 2008; Pinedo et al., 2010; Raboisson et al., 2011; Thomsen et al., 2012; Alvásen et al., 2014; Compton et al., 2016; Rilanto et al., 2020). Este trabajo incluyó las vacas secas, no obstante, no encontramos registros de las causas o frecuencias de mortalidad en vacas en lactancia o vacas secas. Es necesario investigar las causas de la mortalidad de vacas lecheras durante la lactancia y el periodo seco, así como conocer la epidemiología de las enfermedades para establecer la correcta profilaxis.

Según la estación del año, la mayor frecuencia de descarte total y para faena ocurrió en invierno. Estos datos están parcialmente de acuerdo con datos en EE. UU. donde la mayor frecuencia de descarte para faena ocurrió en primavera seguido de invierno (Pinedo et al., 2010). La mayor tasa de mortalidad ocurrió en otoño seguido de invierno. Estos datos están de acuerdo con datos de Australia (Aleri et al., 2021) y parcialmente de acuerdo con datos de Chile (Rogel & Tamayo, 2007) donde la

mayor mortalidad ocurrió en invierno seguido de otoño. Contrasta con datos reportados en Italia (Vitali et al., 2009), EE. UU. (Miller et al., 2008; Pinedo et al., 2010), Suecia (Alvásen et al., 2014) y España (Armengol & Fraile, 2018) donde la tasa de mortalidad fue mayor en verano. En Uruguay, la época de mayor concentración de las pariciones ocurre en otoño (INALE, 2019), lo que coincide con el incremento temporal del tamaño del rodeo, además, la mayoría de las vacas están en lactancia temprana por consiguiente mayor número de vacas en riesgo. Es necesario optimizar la atención de las vacas en otoño, época de pariciones y lactancia temprana mediante el incremento de los recursos humanos y fortalecer los programas nutricionales, sanitarios y de manejo priorizando las vacas de primer parto.

En este trabajo se estudiaron, también, los parámetros productivos y reproductivos de las vacas descartadas. La vida en el rodeo fue 66,3 meses. Este dato está por debajo de datos reportados en Australia (81,6 meses) (Stevenson & Lean, 1998a). Se desconoce el promedio de la vida en el rodeo óptima en Uruguay y no hay datos disponibles que la indiquen; sin embargo, la vida en el rodeo es 15,3 meses menor que en Australia. La vida promedio en el rodeo de las vacas para faena fue 65,9 meses y de las vacas que murieron fue 67,9 meses. Estos datos están por debajo de datos reportados en Chile (84 meses) (Rogel & Tamayo, 2007). Indican que en Uruguay las vacas están siendo descartadas prematuramente antes de llegar al final de la vida en el rodeo, corroborado por la escasa frecuencia de vacas descartadas por fin de la vida productiva. Las vacas lecheras podrían mantenerse más tiempo si son fértiles (Rajala-Schultz & Gröhn, 1999a; Rajala-Schultz & Gröhn, 1999b; Faust et al., 2001; De Vries et al., 2010) y sanas (Compton et al., 2016; Dallago et al., 2021) incrementando la VP y la rentabilidad (De Vries et al., 2011; Dallago et al., 2021). En Uruguay, la vida en el rodeo en dos quinquenios disminuyó de 83,9 meses (Sotelo, 2013) a 79,6 meses (Sotelo, 2018a). En esta investigación el rango de la vida en el rodeo varió entre los tambos de 55,8 meses a 100,6 meses. Estos datos indican que es posible alcanzar 100,6 meses de VR para incrementar la longevidad de las vacas lecheras en rodeos de Uruguay. Para lograr esta meta, es necesario identificar las causas y los factores de riesgo para proponer las medidas de control para mejorar los índices reproductivos, reducir la mastitis, las cojeras y otras enfermedades para minimizar el descarte para faena y por mortalidad contribuyendo para la reducción

de los descartes prematuros de las vacas e incrementar la vida en el rodeo y la vida productiva.

La EPP promedio del total de vacas descartadas fue de 28,2 meses, en las vacas para faena fue de 27,9 meses y en las vacas muertas de 29,3 meses. Estos datos fueron mayores a lo descrito en vacas descartadas en Escocia, de 26,1 meses (Chiumia et al., 2013), Holanda, de 27 meses (Mohd Nor et al., 2014) y en Nueva Zelanda, de 24 meses (LIC & DairyNZ, 2021), país con sistema de producción lechera basada en pasturas. En Uruguay, el promedio de la EPP en los dos últimos quinquenios fue de 35,6 meses (Sotelo, 2013) y 30,6 meses (Sotelo, 2018a). En la última década la EPP disminuyó, pero a pesar de ese progreso todavía la EPP está por encima de la edad descrita en países con sistemas pastoriles similares o confinados como Australia (Haworth et al., 2008), Irlanda (Berry & Cromie, 2009), Holanda (Mohd Nor et al., 2013) y Nueva Zelanda (LIC & DairyNZ, 2021). Las vacas que inician la VP más temprano permanecen mayor tiempo en producción (Dallago et al., 2021). En Uruguay, es posible que la edad al primer parto esté mal registrada, pues algunas son vaquillonas preñadas que abortan pero no es registrado el aborto y registran parto, o solo al siguiente parto registran el parto, esto hace que los registros del EPP sean animales muy jóvenes o mayores. Otra posibilidad de error aparece cuando se compran remplazos en los que se registra la fecha de ingreso al rodeo y no la fecha de nacimiento o primer parto. Estos errores se encontraron reiteradamente durante el desarrollo del proyecto. A pesar de los posibles errores al momento de registrar el primer parto es posible disminuir la EPP. La EPP entre 23 meses y 24,5 meses se asocia con mejores rendimientos, salud e ingresos en la primera lactancia de las vacas Holstein (Ettema & Santos, 2004). En un tambo incluido en el estudio el promedio de la EPP fue de 25,2 meses, sugiriendo que hay oportunidad de mejorar la EPP en vacas e iniciar la vida productiva más temprano en Uruguay. Es necesario continuar investigando las causas de la edad prolongada al primer parto de las vacas, implementar tecnologías de la reproducción y mejorar los sistemas de nutrición y cría para preñar las terneras más jóvenes. Autores proponen que la edad óptima en promedio son 15 meses (Mohd Nor et al., 2013). En Uruguay, la edad promedio al primer servicio en vaquillonas es de 18 (Gastal et al., 2021) a 22 meses (INALE, 2019). Por lo tanto, es necesario investigar las causas por qué las vaquillonas no se preñan más jóvenes y continuar investigando las causas de aborto y

otros problemas reproductivos en vaquillonas. Disminuir la edad al primer servicio y, consecuentemente, del primer parto es estratégico para incrementar la VP de las vacas lecheras.

Las vacas descartadas para faena y por mortalidad tuvieron en promedio 3 partos; por debajo de lo reportado en Australia, de 4,6 lactaciones (Workie et al., 2021). En Uruguay, se debe mejorar el registro de partos y lactaciones, ya que estos términos suelen usarse como sinónimos. Incrementar la VR o VP, mediante la disminución de los descartes es una alternativa para aumentar el número de partos o lactancias por vaca.

La VP promedio del total de vacas descartadas fue de 38,1 meses. Estos datos están por debajo de la VP descrita para las vacas descartadas en Australia (Stevenson & Lean, 1998a), Perú (Orrego et al., 2003), Holanda (Mohd Nor et al., 2014; Vredenberg et al., 2021) y Francia (Mendes et al., 2021). En la última década existe la creciente preocupación planteada por la industria láctea por la disminución de la VP de las vacas lecheras en Brasil, Canadá, Francia, Irlanda, Italia y Polonia, seis de los 10 países más productores de leche en el mundo (Dallago et al., 2021). En EE. UU., Alemania y Holanda la VP se mantuvo estable mientras que en Nueva Zelanda se incrementó (Dallago et al., 2021). Autores proponen que la vida productiva ideal es 47,9 meses (Rogers et al., 1988a; Roger et al., 1988b). En Uruguay, la VP registrada es de 48,3 meses (Sotelo, 2013) y 49 meses (Sotelo, 2018a). De acuerdo con los anteriores datos, en este estudio la VP se redujo drásticamente. Las vacas fueron descartadas prematuramente del rodeo, aunque no hay trabajos que citen la VP óptima en los rodeos uruguayos. El rango de la vida productiva en los tambos incluidos en esta investigación varió entre 32,5 meses y 69 meses. Estos datos señalan que bajo las condiciones de producción lechera en rodeos de Uruguay es posible alcanzar 69 meses de vida productiva en las vacas lecheras. Es necesario continuar evaluando la evolución de la vida productiva de las vacas, conocer si aumenta o disminuye año tras año en los tambos, hacer el análisis económico para determinar la VP óptima y establecer las estrategias para incrementarla bajo las condiciones de los sistemas productivos de Uruguay.

La PVP, la PDVP y la PDVR promedio del total de vacas descartadas están por debajo de los datos reportados en España (Armengol & Fraile, 2018) y Holanda (Mohd Nor et al., 2014) y son similares a lo reportado en Australia (Stevenson & Lean, 1998a). Los datos productivos de las vacas descartadas están en el rango de la producción de la vaca promedio uruguaya en los dos últimos quinquenios, de 22082 L (Sotelo, 2013) y 23996 L (Sotelo, 2018a) en la vida productiva. Los datos productivos y reproductivos de las vacas descartadas son escasos en la literatura internacional. Tampoco encontramos información promedio de las vacas descartadas de Uruguay. La diferencia en la producción de leche en Uruguay en comparación con otros países con sistemas de producción lechera diferentes puede ser la nutrición y los sistemas productivos (Fariña & Chilibróste, 2019). La producción de leche en un sistema basado en pasturas es generalmente menor en comparación con los sistemas estabulados (LIC & DairyNZ, 2021; Dallago et al., 2021; Moscovici-Joubran et al., 2021; Vredenberg et al., 2021). En Uruguay, el PDVP (22,6 L) y la PDVR (10,1 L) de las vacas descartadas estuvo por encima de los datos reportados de la vaca lechera uruguaya promedio en los dos últimos quinquenios (PDVP de 20,4 L y PDVR de 8,6 L (Sotelo, 2013) y de 21,2 L y 9,9 L, respectivamente (Sotelo, 2018a). La PDVP estuvo por encima de datos reportados en Argentina en vacas descartadas (20,2 L) (Rossler et al., 2016) y del promedio de las vacas del país en Nueva Zelanda (16,2 L) (LIC & DairyNZ, 2021). Estos datos indican que la producción promedio de leche por vaca incrementó en la última década, incluso por encima de países como Nueva Zelanda o que las vacas descartadas son, posiblemente, las vacas de mayor producción. Un trabajo en Australia encontró que todas las vacas que alcanzaron una producción de leche mayor a 30 L/día en la primera lactancia no sobrevivieron más de dos lactaciones (Haworth et al., 2008). Es necesario investigar si la presión de selección por producción está contribuyendo para la mayor frecuencia de descarte. El incremento de la producción de leche seguramente es el resultado de la intensificación gradual de los sistemas lecheros en Uruguay (MGAP-DIEA, 2021a) y posiblemente de la selección por producción. Llama la atención que la producción en PDVP por vaca está por encima de países con sistemas pastoriles como Nueva Zelanda (LIC & DairyNZ, 2021). Es probable que se esté priorizando la producción sobre el estado sanitario de las vacas. Además de las diferencias relacionadas con los sistemas productivos existe una problemática identificada en la salud de las vacas lecheras en Uruguay, que en parte explicaría algunos índices reproductivos bajos y

alta tasa de descarte precoz. Los avances en la producción y la intensificación de los sistemas deben ser acompañados de correctos programas que optimicen la salud y nutrición de las vacas. Falta investigación para alcanzar el punto de equilibrio de mayor producción con mínimos problemas de salud y problemas reproductivos para alargar la vida productiva de las vacas. Para esto es necesario buscar incrementar el tamaño del rodeo mediante intensificación con vacas sanas de alta producción.

El promedio de los DEL (967 días) de las vacas descartadas fue menor que el promedio del rodeo de Uruguay en los dos últimos quinquenios, de 1080 días (Sotelo, 2013) y 1129 días (Sotelo, 2018a). Seguramente la reducción drástica de los DEL encontrada en este trabajo se debe al descarte prematuro. No encontramos información de DEL de vacas descartadas en Uruguay. Es necesario investigar la razón de la disminución de los DEL de las vacas en rodeos lecheros de Uruguay. Para incrementar los DEL se debe incrementar el TPVP, TPVR y disminuir los descartes prematuros de vacas, prioritariamente, las vacas de primer parto en lactancia temprana.

El porcentaje del TPVP de todas las vacas descartadas fue de 85%, de 85,1% para las vacas para faena y de 84,7% para la mortalidad. Estos datos estuvieron en el rango óptimo de 80%-90% (De Vries & Marcondes, 2020), el resto del tiempo corresponde al periodo seco. Se requiere investigar si esta información es representativa, ya que muchas vaquillonas preñadas o vacas que abortan a los 5 meses o más de gestación en algunos tambos son registradas como parto o aborto con inicio de la lactancia y, en ambos casos, las vaquillonas o las vacas quedan en ordeño. Se sugiere adoptar el registro del aborto e iniciar la lactancia en vaquillonas y en las vacas multíparas registrar el aborto y continuar como lactancia extendida; en ambos eventos, la pérdida de la gestación sumado al manejo de los registros puede ocasionar que el TPVP esté sobreestimado. En las vaquillonas, porque inician a producir leche mucho antes de la fecha estimada para el primer parto, y en las vacas multíparas porque el periodo seco desaparece. Cavestany (2000) describe que si la interrupción de la preñez ocurre antes de los 152 días, los productores no deberían iniciar un nuevo registro reproductivo. Es necesario adoptar un registro estándar con los criterios de descarte definidos y divulgados para los productores y asesores. La precisión de la información objetiva es útil para mejorar la confiabilidad del sistema

de registro del ganado de leche. Se sugiere separar lactaciones de paridad para evitar errores en la interpretación de los índices reproductivos y productivos como se indicó previamente.

El porcentaje del TPVR de las vacas descartadas fue de 43,4%, de 43,9% de las vacas descartadas para faena, y de 40,9% para las vacas muertas. Estos datos fueron menores que datos calculados en España (50,7%, 51,2% y 48,5%, respectivamente) (Armengol & Fraile, 2018), sugiriendo que las vacas de este estudio tienen periodos no productivos más largos, en parte porque las vacas en rodeos de Uruguay tuvieron el primer parto a mayor edad comparado con vacas descartadas en Holanda (Mohd Nor et al., 2014). En rodeos de Uruguay, el TPVR del descarte total estuvo entre el rango reportado para la vaca lechera promedio del rodeo de Uruguay en los dos últimos quinquenios, de 42% (Sotelo, 2013) y 46% (Sotelo, 2018a). Estos datos muestran que el porcentaje de TPVR se mantiene entre los dos últimos quinquenios, indicando que históricamente las vacas tienen periodos no productivos largos. Se aconseja poner a punto los programas de reproducción y manejo del rodeo para que las vaquillonas tengan su primer parto alrededor de los 24 meses. Otra alternativa es equiparar los rodeos que tienen los mayores promedios de EPP con aquellos con menores promedios como 25,2 meses. En Uruguay no encontramos datos de EPP de vacas descartadas, pero la edad promedio de las vaquillonas al primer servicio fue en promedio a los 19,5 meses en 2010, de 18,6 meses en 2011, de 16,7 meses en 2013 y de 17 meses en 2018 (Gastal et al., 2021). En otro trabajo describe un promedio de 22 meses (INALE, 2019). Con esta información el primer parto será entre los 27 y 31 meses. Es necesario investigar en reproducción de las vaquillonas para dar el primer servicio más temprano y disminuir la EPP para lograr mayor TPVR y mayor vida productiva. Adicionalmente, es necesario establecer controles de preñez en el primer, segundo y último tercio de la gestación para detectar a tiempo las vacas vacías y optimizar el uso de los registros para secar las vacas en el momento preciso.

Las vacas descartadas para faena tuvieron mayor PDVP ($p < 0,05$) y PDVR ($p < 0,05$) que las vacas descartadas por muerte, sin embargo, el número de partos fue menor ($p < 0,05$). Las vacas para faena también fueron descartadas más jóvenes con menor vida productiva. El descarte prematuro de vacas ocurre en las vacas de

mayor producción sin las medidas profilácticas de salud adecuadas. La EPP en las vacas para faena fue menor ($p < 0,05$) que las vacas que murieron, resultando en más DEL a pesar de ser descartadas más jóvenes. Estos resultados sugieren que los avances en programas de reproducción y productivos deben ir acompañados de programas sanitarios adecuados para reducir los descartes y mejorar la longevidad de las vacas.

CONCLUSIÓN

Registrar y sistematizar las causas de descartes es el primer paso para identificar oportunidades de mejora (puntos sobre los que se puede actuar para prevenir descartes). Este trabajo muestra las tasas de descarte en vacas en rodeos lecheros en los departamentos de Colonia y San José ubicados en la cuenca lechera de Uruguay. La tasa de descarte de vacas lecheras para faena es de 18,1% y por mortalidad el 4,5%, sumando un total de 22,6%. El 90,3% de las vacas son descartadas por problemas de salud e incluyendo la mortalidad alcanza el 92,2% del descarte total excluyendo las ventas para lechería. La mayoría de las vacas descartadas para faena son vacas de más de 3 partos o de primer parto. Si consideramos la etapa de lactancia, las vacas en lactancia tardía y temprana son las más frecuentemente descartadas. La mortalidad ocurre mayormente en vacas de más de 3 partos y vacas de primer parto en lactancia temprana. Las causas más frecuentes de descarte fueron los problemas reproductivos, mastitis, cojeras, otras enfermedades y la mortalidad. Es necesario hacer un diagnóstico preciso de las enfermedades y de la mortalidad en el rodeo de Uruguay para abordarlas correctamente. Este trabajo muestra que para disminuir el número de descartes es necesario implementar programas de mejoramiento de la reproducción del rodeo y de control de la mastitis y la mortalidad, principalmente. Para esto es necesario implementar sistemas de diagnóstico, vigilancia, investigación y extensión que permitan desarrollar y aplicar las medidas de control más adecuadas a las diferentes enfermedades.

7. CAPÍTULO 2: HIPOMAGNESEMIA EN GANADO LECHERO EN URUGUAY

RESUMEN

Se describe un brote de hipomagnesemia en vacas lecheras Holstein en pasturas de avena exuberante (*Avena sativa*) en Uruguay. Nueve de 270 (3,3%) vacas murieron entre mayo y julio (otoño-invierno) de 2017. Estas nueve vacas tenían de 2 a 9 años (1 a 6 lactancias). Con 22 a 194 días de lactancia y 15,8 a 31,4 L de producción diaria de leche. Dos vacas con sialorrea aguda, espasmos musculares, decúbito lateral, debilidad, opistótonos y coma, fueron eutanasiadas y necropsiadas. No se encontraron lesiones macroscópicas o histológicas significativas. Una vaca clínicamente afectada, no tratada, y ocho de las 14 vacas clínicamente sanas del mismo grupo bajo condiciones similares de manejo y producción tenían niveles séricos bajos de Mg (menos de 0,7 mmol/L). Tanto las vacas clínicamente afectadas como seis de las 14 vacas sanas tenían niveles bajos de Ca sérico. La relación K/(Ca + Mg) de dos pasturas de avena, ensilado de maíz y ración fue de 5,10, 7,73, 2,45 y 0,85, respectivamente. Un cociente K/(Ca + Mg) mayor que 2,2 representa un riesgo de hipomagnesemia. Se estableció la diferencia entre el aporte-requerimiento de minerales en la dieta y se encontró una deficiencia diaria de Mg (-0,36 g/día), Na (-25,2 g/día) y Ca (-9,27 g/día), mientras K (184,42 g/día) y P (12,81 g/día) estaban en exceso. Se reformuló la dieta para corregir las deficiencias y se controló la enfermedad mediante la administración diaria de 80 g de óxido de magnesio, 80 g de carbonato cálcico y 30 g de cloruro sódico por vaca. Se concluye que la hipomagnesemia es una causa de mortalidad en el ganado lechero en Uruguay y que la condición puede prevenirse con una formulación adecuada de la dieta.

Palabras clave: Ganado lechero, hipocalcemia, hipomagnesemia, patología, pastura exuberante de avena, tetania del pasto, Uruguay, vacas lecheras en pastoreo.

INTRODUCCION

La hipomagnesemia es un trastorno de los rumiantes caracterizado bioquímicamente por niveles bajos de magnesio sérico (Grunes et al., 1970; Crawford et al., 1998). Afecta con mayor frecuencia al ganado en pastoreo, que puede ser asintomático o desarrollar signos clínicos, o morir abruptamente, lo que a veces conduce a altas tasas de mortalidad (Grunes et al., 1970; Meyer, 1977; Smith & Edwards, 1988; Constable et al., 2017; Zelal, 2017). El Mg es un cofactor esencial en numerosos procesos enzimáticos de las principales vías metabólicas (Martín-Tereso & Martens, 2014), un importante segundo mensajero intracelular (Li et al., 2011) y participa en la diferenciación osteogénica (Zheng et al., 2016), la neurotransmisión (Möykkynen et al., 2001) y la función muscular (Goff, 1999).

El Mg se distribuye principalmente en los huesos (60%-70%) (Rayssiguier & Larvor, 1978), aproximadamente el 30% es intracelular y solo el 1% se encuentra en el espacio extracelular, incluida la sangre (Storry & Rook, 1962; Goff, 1999). Las concentraciones sanguíneas de Mg dependen del equilibrio entre las tasas de absorción y excreción (Martens et al., 2018) y se alteran fácilmente en las vacas porque el Mg en los huesos no está fácilmente disponible (Storry & Rook, 1962) y solo el 30% se puede movilizar desde este sitio (Alfrey & Miller, 1973). En el ganado bovino, el Mg se excreta en la leche (4,1-4,9 mmol/L) (Cerbulis & Farrell, 1976), la orina (0,017-0,17 mmol/día) (Kemp et al., 1961) y las secreciones digestivas (0,00017 mmol/kg de peso corporal) (Schonewille et al., 2008). Además, en las vacas preñadas, los requerimientos de Mg en los fetos en desarrollo durante la última etapa de la gestación son 0,014 mmol/día (House & Bell, 1993). Los valores normales de Mg en plasma para ganado lechero oscilan entre 0,7 y 1,2 (Constable et al., 2017) o entre 0,9-1,2 (Martens et al., 2018). En el líquido cefalorraquídeo de las vacas, el Mg varía de 0,62 a 0,81 mmol/L (McCoy et al., 2001). La concentración de Mg en el humor vítreo es de 0,84 a 0,90 mmol/L de Mg, y en el humor acuoso varía de 0,73 a 0,79 mmol/L (McCoy et al., 2001). La concentración de Mg en el humor vítreo es estable hasta aproximadamente 48 h *post mortem*, lo que puede usarse en el diagnóstico *post mortem* de hipomagnesemia (McCoy, 2004). En presencia de trastornos minerales, es importante evaluar no solo los niveles de Mg sino también de Ca, porque en general ambos minerales son bajos en sangre (Reinhardt et al., 2011). En los casos de deficiencia de Mg, los valores bajos de Ca se atribuyen a la hipomagnesemia (Van Mosel et al., 1991).

La hipomagnesemia afecta al ganado vacuno, ovino y caprino, pero el ganado vacuno es más susceptible (Grunes et al., 1970). La morbilidad y mortalidad anuales registradas en 120 granjas de ganado lechero en el suroeste de Victoria, Australia, fue de 2,1% y 0,53%, respectivamente (Harris et al., 1983). En Inglaterra y Gales, se registró una tasa de mortalidad del 7,8% en el ganado lechero en 2004 (Watson et al., 2008), mientras que en la provincia de Buenos Aires, Argentina, se registraron tasas de mortalidad del 3% y 4% en los rodeos de carne durante períodos de 15 y 20 años, respectivamente (Cseh & Crenovich, 1996; Cantón et al., 2014; Cantón et al., 2021). En Uruguay se han registrado brotes de hipomagnesemia en bovinos de carne

sometidos a estrés por destete, transporte y confinamiento prolongado sin acceso a alimentos o agua (Dutra, 2009; Dutra, 2010).

La hipomagnesemia primaria se produce cuando el déficit de Mg en la dieta es inferior a 1,3 g/kg de materia seca (MS) (Ram et al., 1998), mientras que la hipomagnesemia secundaria se debe a una baja absorción ruminal de Mg a pesar de una concentración dietética adecuada (Care et al., 1984). El rumen es el principal sitio de absorción de Mg (Martens et al., 2018). La solubilidad y la absorción de Mg disminuyen cuando el pH ruminal es menor de 6,5 (Goff, 2008). Los iones de potasio (K) interfieren con la absorción ruminal de Mg porque aumenta el potencial de membrana apical de las células epiteliales ruminales (Martens & Blume, 1986; Martens & Schweigel, 2000), aumenta el pH ruminal y causa alcalosis ruminal y metabólica (Fisher et al., 1994; Rérat et al., 2009). Por tanto, el alto contenido de K en la dieta afecta la absorción de Mg en rumiantes. En particular, cuando la relación $K/(Ca + Mg)$ es superior a 2,2, la dieta es potencialmente tetanizante (Kemp & t'Hart, 1957). Se producen efectos similares con el fósforo (P) y el nitrógeno (N) que también aumentan el pH ruminal y pueden formar hidróxidos insolubles con el Mg de la dieta (Gabel & Martens, 1986; Reinhardt et al., 1988). Por el contrario, los ácidos grasos, como el linolénico, linoleico y palmítico, forman sales insolubles con Mg disminuyendo su absorción en el rumen (Goff, 2006). El transaconitato es un metabolito forrajero que quela el Mg y puede contribuir a su deficiencia (Cook et al., 1994). Las dietas deficientes en sodio (Na) y energía también afectan negativamente la absorción ruminal activa de Mg (Martens, 1985; Martens & Blume, 1986).

Los requerimientos de Mg aumentan durante el final de la gestación y el comienzo de la lactancia debido al flujo de Mg al feto y al calostro o la leche (Cerbulis & Farrell, 1976; House & Bell, 1993). La hipomagnesemia es más frecuente en vacas multíparas adultas (Reinhardt et al., 2011), porque la absorción y reabsorción de Mg en esos animales se reducen (Van Mosel et al., 1991). Los terneros pueden verse afectados cuando solo consumen leche o sustitutos de leche deficientes en Mg (Naik et al., 2010; Constable et al., 2017).

La hipomagnesemia también está influenciada por la condición corporal. Las vacas con una condición corporal superior a 3,75 (escala de 1 a 5) aumentan la

lipólisis para el suministro de energía (Rayssiguier, 1977; Contreras et al., 2016; Alharthi et al., 2018). Durante la lipólisis, las catecolaminas y las hormonas adrenocorticotrópicas estimulan la absorción de Mg por los adipocitos (Elliott & Rizack, 1974), ya que la enzima adenilato ciclasa, las ATPasas y las lipasas requieren Mg durante este proceso (Rude, 1998).

La hipomagnesemia se ve favorecida por factores ambientales (Larvor, 1976). En Argentina, el invierno y la primavera son temporadas de mayor riesgo de hipomagnesemia en el ganado en pastoreo (Cseh & Crenovich, 1996). En general, las gramíneas invernales anuales (avena, trigo y raigrás) son ricas en K y deficientes en Mg, por lo que presentan un mayor riesgo de tetania de las praderas (Metson et al., 1966). El riesgo aumenta con el forraje de crecimiento rápido, especialmente a mediados del otoño y principios del invierno (Brizuela & Cseh, 2003). Por lo tanto, la hipomagnesemia ocurre comúnmente en el ganado pastoreando forrajes perennes de crecimiento otoño-invierno (Metson et al., 1966) o forrajes anuales exuberantes como el raigrás (*Lolium* sp.), el trigo (Bohman et al., 1983), la avena y la cebada (Brizuela & Cseh, 2003). Estos forrajes son ricos en N no proteico que favorece mayores niveles de amoníaco y del ion amonio, que precipitan Mg (Gabel & Martens, 1986; Flores et al., 2014). La escasez de carbohidratos no estructurales de estos forrajes (Bohman et al., 1983; Chatterton et al., 1989; Chatterton et al., 2006; Cajarville et al., 2015) también contribuye al déficit de Mg ya que facilitan la absorción de Mg (Giduck & Fontenot, 1987).

Los forrajes de crecimiento anual en invierno tienen alto contenido de agua que aumenta la velocidad de tránsito del forraje en el tracto gastrointestinal y por lo tanto reduce la absorción de Mg en el rumen (Grunes et al., 1970; Mayland et al., 1976). Las prácticas de manejo de pastos pueden afectar la disponibilidad de Mg. Por ejemplo, la fumigación contra malezas de hoja ancha reduce las leguminosas con niveles más altos de Mg, como el trébol y la alfalfa (Jones, 1963). Además, el aumento de la densidad animal junto con el uso excesivo de fertilizantes que contienen N y K (Macdonald et al., 2017) reduce la disponibilidad de Mg para la planta y, en consecuencia, para el animal (Grunes et al., 1970; Fox & Piekielek, 1984; Elliott, 2008). Aunque la hipomagnesemia es más común en invierno y primavera, también puede ocurrir en otoño y verano (Allcroft & Burns, 1968; Larvor,

1976). La enfermedad se ve agravada por condiciones de estrés como el calor, el hacinamiento, el transporte, los cambios en la dieta o la inanición (Larvor, 1976; Rayssiguier, 1977).

La hipomagnesemia puede ser subclínica, con Mg plasmático entre 0,41-0,82 (Constable et al., 2017) o 0,7-0,8 mmol/L (Martens et al., 2018), y clínica, con una concentración promedio de 0,21 mmol/L (Constable et al., 2017). La enfermedad clínica tiene tres formas de presentación: aguda, subaguda y crónica (Smith & Edwards, 1988). La enfermedad aguda se caracteriza por movimientos violentos de las extremidades, generalmente hay espuma en la boca y las fosas nasales. La muerte súbita puede ocurrir y, a menudo, es la única manifestación de la enfermedad. Las vacas con curso subagudo presentan espasmos en la cara con continuos movimientos musculares involuntarios. Algunos animales muestran nerviosismo, agresividad, rechinar de dientes, salivación o vocalización fuerte. Se puede observar ceguera, espasmos musculares, excitabilidad, marcha rígida, disimetría y ataxia. Posteriormente pueden permanecer en decúbito esternal o lateral, con extremidades rígidas, movimientos de remo u opistótonos (Allcroft & Burns, 1968; Martens & Schweigel, 2000; McCoy et al., 2001; D'Angelo et al., 2015). La pérdida de peso y la disminución de la producción son características de la forma crónica de hipomagnesemia (Reinhardt et al., 1988; Smith & Edwards, 1988).

La hipomagnesemia se puede prevenir evaluando el potencial tetanizante del forraje antes del pastoreo (Kemp & t'Hart, 1957; Brizuela & Cseh, 2003). Para prevenir la hipomagnesemia, es necesario complementar el Mg en la dieta mediante la administración de 0,35% a 0,40% de Mg en la ración con base en materia seca total de una fuente con biodisponibilidad adecuada (Goff, 1999; Martens & Schweigel, 2000; NRC, 2001). Las dietas deben ajustarse de acuerdo con los requisitos de producción. Se debe reducir el manejo innecesario que impone estrés a los animales, los animales no deben ser transportados en las últimas 6 semanas de gestación y deben evitarse los cambios bruscos en la dieta (Elliott, 2009). El ganado que consume pastos exuberantes de rápido crecimiento debe complementarse con Mg. Alternativamente, los granjeros deben implementar la asociación de gramíneas con leguminosas o agregar una cantidad adecuada de heno de leguminosas, que sea rico en Mg y proporcione fibra para disminuir la velocidad de tránsito del forraje a

través del tracto digestivo para mejorar la absorción ruminal de Mg (Smith & Edwards, 1988; Muller, 2003; Constable et al., 2017). Se ha sugerido que la hipomagnesemia subclínica en el posparto es un rasgo hereditario (Tsiamadis et al., 2016).

Los casos clínicos de hipomagnesemia se pueden tratar administrando soluciones de Mg por vía intravenosa o subcutánea. Los niveles de Mg en sangre se recuperan administrando 200 ml de solución de Mg al 50%. Alternativamente, se pueden administrar de 200 ml a 400 ml de una solución al 25% de sulfato de magnesio ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) por vía subcutánea; se recomienda un máximo de 50 ml a 100 ml por sitio de aplicación (Goff, 1999). Los casos clínicos pueden reducirse moviendo el rebaño o los animales afectados fuera del potrero y suplementando Mg en la dieta (Sánchez, 2000). El objetivo de este trabajo es describir un brote de hipomagnesemia en ganado lechero en Uruguay y hacer recomendaciones para la profilaxis y control de la enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Nueve vacas lactantes murieron de forma aguda en 59 días (del 16 de mayo al 13 de julio de 2017) en un rebaño de 270 vacas Holstein. Dos vacas con signos clínicos agudos que estaban en decúbito permanente, y moribundas fueron sometidas a examen clínico, seguido de eutanasia y necropsia. Se colectaron muestras de tejido y se fijaron en formalina tamponada al 10%, se embebieron en parafina, se cortaron en secciones de 4-5 μm de espesor y se tiñeron con hematoxilina y eosina para examen microscópico.

Se colectaron muestras de sangre de las dos vacas clínicamente afectadas y de 14 vacas clínicamente sanas en el mismo rodeo bajo condiciones similares de manejo y producción. El suero sanguíneo fue separado y enviado a la sección de patología clínica de la Dirección de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) para la determinación de Ca sérico mediante procedimientos de o-cresolftaleína complexona y 8-hidroxiquinolina (Bazydlo et al., 2014). El P total en sangre se determinó mediante el método de molibdato de amonio medido a una longitud de onda de 340 nm, y la concentración de Mg se evaluó mediante la reacción del azul de xilidilo (Wiener lab[®], Argentina) (Baginski et al., 1975; Bazydlo et al., 2014).

Las muestras de tejido de pulmón, riñón, hígado y líquido cefalorraquídeo (LCR) se sometieron a cultivo microbiológico en agar sangre, chocolate y agar McConkey. El LCR se cultivó en medio selectivo para *Listeria* spp. y se incubó en una atmósfera microaerófila durante 48 h a 37 °C (Van Netten et al., 1989).

Se obtuvieron muestras de pasto de avena (incluidas 10 submuestras de cada uno de los dos pastos A y B) para la evaluación de minerales. La pastura A estaba siendo pastoreada por los animales enfermos, y la pastura B había sido pastoreada previamente por el mismo rodeo. Adicionalmente, se recolectaron muestras de la ración de concentrado, ensilaje de maíz y agua. Estas muestras fueron evaluadas para P, Ca, Mg y K en el Laboratorio de Suelos, Plantas y Agua del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) (INIA, 2017). El K fue determinado mediante emisión atómica (Optima™ 7300 DV Spectrometer, PerkinElmer®, USA) (Jackson, 1964; INIA, 2017). El Ca y el Mg en las plantas se determinaron mediante absorción atómica (AAAnalyst 700™ Spectrometer, PerkinElmer®, USA). El P disponible se analizó mediante la técnica de Bray, las muestras de vegetales fueron pretratadas mediante digestión húmeda y el P se midió mediante análisis colorimétrico (Genesys™ 10S VIS Spectrophotometer, Thermo Fisher Scientific®, USA).

La ingesta de MS se estimó con base en los datos obtenidos del rodeo sobre dieta y producción de leche, según la NRC (2001). Los requerimientos minerales (P, Ca, Mg, K y Na) de las vacas y el consumo de agua se estimaron a partir de la NRC (2001). Para el cálculo de los aportes minerales se consideraron las cantidades ingeridas de pasto de avena, ensilado de maíz, ración, agua y el suplemento mineral. Se calculó la diferencia de los requerimientos-aportes de la dieta y se formuló una corrección de las deficiencias.

RESULTADOS

El brote ocurrió en un rodeo lechero ubicado cerca de Colonia Cosmopolita (latitud Sur 34° 23' 04", longitud Oeste 57° 24' 01"), en el departamento de Colonia, Uruguay, en otoño-invierno, del 16 de mayo al 13 de julio, 2017. El tambo tenía 270 vacas Holstein lactantes administradas en un solo lote. Los animales consumían pastos de crecimiento rápido y exuberante de avena en dos turnos diarios de

pastoreo, así como ensilaje de maíz y una ración que consistía en granos de maíz molidos, grano de cebada molido, harina de soja, suplemento mineral y monensina.

La mortalidad en el período de estudio fue del 3,3%. Las 9 vacas muertas tenían entre 2 años y 9 años (1^a a 6^a lactancia), con 22 a 194 días de lactancia y 15,8 L a 31,4 L de producción de leche diaria. Se encontraron dos vacas moribundas. La vaca # 1131 estaba en decúbito lateral derecho y tenía opistótonos, espasmos musculares, salivación profusa y atonía ruminal. La temperatura rectal era normal (35,9 °C), la frecuencia respiratoria de 80 movimientos por minuto (taquipnea) y la frecuencia cardíaca de 160 latidos por minuto (taquicardia). La vaca # 1175 estaba en decúbito esternal y luego en decúbito lateral, con debilidad, sialorrea y estado comatoso.

Los animales pastorearon avena en dos turnos de pastoreo diarios y consumieron 15 kg de ensilaje de maíz administrado en el potrero y 4 kg de ración/vaca/día (administrado en la lechería, 2 kg por turno de ordeño). La ración diaria de concentrado por vaca estaba compuesta por 2,345 kg de grano de maíz molido, 0,781 kg de harina de soja, 0,781 kg de cebada en grano molido, 0,09 kg de suplemento mineral comercial y 0,0015 kg de un producto comercial que contiene 20% de monensina.

La Tabla 1 muestra los datos y los resultados de la evaluación de P, Ca y Mg en el suero de dos vacas clínicamente afectadas y 14 vacas sanas dentro de los 42 a 132 días de lactancia y la producción de leche entre 17 L y 32,2 L por día. La vaca # 1131 con signos clínicos, que no había recibido ningún tratamiento médico, tenía niveles séricos bajos de Mg y Ca. La Vaca # 1715 con signos clínicos, había sido tratada con una solución de Ca y Mg y con azul de metileno. En esta vaca, los valores de Mg sérico estuvieron dentro de los parámetros normales, pero los valores de Ca y P fueron bajos. Los valores séricos de estos minerales en las 14 vacas no tratadas clínicamente sanas se distribuyeron de la siguiente manera: cuatro vacas tenían valores bajos de Mg solamente, cuatro vacas tenían valores bajos de Mg y Ca, dos vacas tenían valores bajos de Ca y P, y cuatro vacas mostraron valores normales de los tres minerales.

Tabla 1. Datos epidemiológicos y valores séricos de Ca, P y Mg de vacas lactantes con signos clínicos o vacas clínicamente sanas.

No. animal	Edad (años)	No. lactaciones	Días en leche	PP ^a (L)	Calcio (mmol/L)	Fósforo (mmol/L)	Magnesio (mmol/L)	Signos clínicos
1131	9	6	48	26,8	0,81^b	1,85	0,5	Si
1715	6	5	194	29,2	0,92	0,83	0,94	Si
1190	8	6	132	23,6	1,51	1,21	0,82	No
1314	5	4	69	31,2	1,89	1,84	0,37	No
1912	2	1	112	15	2,18	1,77	0,42	No
1590	4	3	42	32,2	2,16	1,72	0,62	No
1918	2	1	117	21,6	1,91	2,09	0,25	No
1950	4	2	107	30,2	2,22	1,82	0,94	No
1959	2	1	112	21,4	2,35	2,08	0,71	No
1972	2	1	112	15	2,07	1,29	0,88	No
1990	2	1	118	18,6	2,22	1,52	0,68	No
2000	2	1	123	17	2,37	1,57	0,88	No
1290	7	4	70	31	2,09	2,44	0,41	No
9919	2	1	120	22	2,12	1,70	0,75	No
1649	3	1	114	21	2,30	1,72	0,41	No
1446	5	3	90	24,2	1,90	1,52	0,44	No
Rangos de referencia (Constable et al., 2017)					2,1-2,6	1,4-2,6	0,7-1,2	

^a PP = producción promedio, ^b Los valores en negrita están por debajo del rango de referencia.

Los valores dietéticos de los minerales se muestran en la Tabla 2. El potencial tetanizante se calculó mediante la relación K/(Ca + Mg) de cada componente de la dieta. El potencial tetanizante de los forrajes de avena (pastos A y B), ensilaje de maíz y la ración fue de 5,10, 7,73, 2,45 y 0,85, respectivamente. La relación Ca:P fue de 0,87 en promedio de componentes de la dieta. En la Tabla 3 se muestra la estimación del consumo de MS según los componentes de la dieta al momento de la visita al rodeo. Se estimó un consumo diario de 19,6 kg. Las concentraciones de minerales en el agua fueron las siguientes: Ca = 53,4 mg/L, Mg = 30,1 mg/L, K = 12,5 mg/L y P = 10,3 mg/L.

Tabla 2. Valores de Ca, P, Mg y K, potencial tetanizante y relación Ca:P en la dieta.

Componente de la dieta	Ca (%)	P (%)	Mg (%)	K (%)	Relación K/(Ca+Mg)	Relación Ca:P
Pastura de avena A	0,28	0,32	0,13	2,07	5,10	0,86
Pastura de avena B	0,30	0,40	0,14	3,41	7,73	0,75
Silo de maíz	0,24	0,26	0,15	0,95	2,45	0,91
Ración	0,63	0,68	0,17	0,69	0,85	0,94

Tabla 3. Ingesta de materia seca considerando todos los componentes de la dieta.

Componente de la dieta	% en la dieta (base MS ^c)	kg MS/d
Pastura de avena verde exuberante	64,51	12,62
Silo de maíz	19,82	3,88
Grano de maíz molido	8,00	1,57
Cebada en grano	3,63	0,71
Harina de soja	3,57	0,70
Suplemento mineral ^a	0,46	0,09
Monensina ^b	0,01	0,0015

^a La fórmula comercial reporta: 9% de P, 18,8% de Ca, 1% de Mg, 12% of Na y 0% K, ^b Producto comercial con 20% monensina, ^c MS = materia seca.

Los aportes de los minerales totales absorbidos de la dieta de Ca, P, Mg, K y Na se muestran en la Tabla 4. Se encontró deficiencia diaria en el aporte de Mg (-0,36 g/día), Na (-25,2 g/día) y Ca (-9,27 g/día). K (184,42 g/día) y P (12,81 g/día) estaban en exceso y la relación Ca:P fue de 0,71 (Tabla 4).

Tabla 4. Diferencia del aporte-requerimiento de minerales de la dieta original.

	Ca	P	Mg	K	Na
Requerimientos minerales absorbidos totales (MTA ^a g por d)	49,3	43,2	5,5	179,3	38,2
Aporte bruto dieta (g por d)	81,6	83,9	29,4	403,3	14,4
Aporte dieta (MTA g por d)	38	56	4,7	362,9	13,0
Aporte agua (MTA g por d)	2,03	0,01	0,44	0,82	
Diferencia aporte-requerimiento	-9,27^b	12,81	-0,36	184,42	-25,2
Densidad de ración	0,42	0,43	0,15	2,06	0,07

^a MTA = minerales totales absorbidos, ^b Los valores resaltados en negrita son en exceso o deficiencia, este último con el signo menos.

A partir de los resultados de la diferencia de los requerimientos-aportes se obtuvieron las cantidades de óxido de magnesio (MgO), carbonato cálcico (CaCO₃) y cloruro sódico (NaCl) que sería necesario agregar en la dieta como fuentes de Mg, Ca y Na, respectivamente. Calculado para equilibrar las deficiencias. La adición diaria por vaca de 80 g de MgO, 80 g de CaCO₃ y 30 g de NaCl en la dieta resolvió los déficits de los respectivos minerales (Tabla 5).

Tabla 5. Composición de la dieta reformulada para corregir deficiencias de Mg, Ca y Na.

Componente de la dieta	%MS	kg MS/d
Pastura de avena verde exuberante	64,51	12,62
Silo de maíz	19,82	3,88
Grano de maíz molido	8,00	1,57
Cebada en grano	3,63	0,71
Harina de soja	3,57	0,70
Suplemento mineral	0,46	0,09
MgO	0,40	0,08
CaCO ₃	0,40	0,08
NaCl	0,15	0,03

La Tabla 6 muestra el balance de minerales Mg, Ca y Na en la dieta luego de realizar las respectivas correcciones. La diferencia del requerimiento-aporte es adecuada para Ca (0,23 g/día), Mg (0,31 g/día) y Na (3,1 g/día). La relación Ca:P aumentó a 0,88.

Tabla 6. Diferencia del aporte-requerimiento de minerales en la dieta reformulada.

	Ca	P	Mg	K	Na
Requerimientos de minerales absorbidos totales (MTA g por d)	49,3	43,2	5,5	179,3	38,2
Aporte bruto dieta (g por d)	95,7	83,9	74,4	403,3	45,9
Aporte dieta (MTA g por d)	47,5	56	36,2	363	41,3
Aporte agua (MTA g por d)	2,03	0,01	0,44	0,82	
Diferencia aporte-requerimiento	0,23^a	12,81	31,14	184,52	3,10
Densidad de ración	0,48	0,42	0,38	2,04	0,23

^a Se corrigieron los valores de los minerales Mg, Ca y Na en negrita.

En la necropsia, ambos canales se encontraban en una calificación de condición corporal aceptable (3,5 en una escala de 1 a 5), con reservas de grasa adecuadas y hundimiento moderado de los ojos en la órbita (deshidratación). En el 80% de la superficie endocárdica se observaron equimosis y sufusiones. Tanto en el epicardio como en el tejido subcutáneo había múltiples petequias. La vejiga urinaria estaba moderadamente distendida con orina de color ámbar oscuro. No se observaron lesiones notables en otros órganos.

Microscópicamente, se confirmaron las hemorragias epicárdicas y endocárdicas observadas en la necropsia y el músculo cardíaco reveló una degeneración hidrópica multifocal leve aguda. No hubo lesiones de importancia diagnóstica en los otros tejidos examinados. No se aislaron bacterias patógenas de pulmón, riñón, hígado y LCR.

DISCUSIÓN

El diagnóstico de hipomagnesemia en el brote aquí descrito se basó en hallazgos epidemiológicos y clínicos, y se confirmó mediante la determinación de valores bajos de Mg sérico y por el análisis de la dieta, que mostró concentraciones bajas de Mg y Na, valores altos de K y P, y una relación K/(Ca + Mg) superior a 2,2. Los valores de Mg sérico dentro del rango normal en una de las vacas clínicamente enfermas pueden explicarse por el tratamiento con una solución de calcio y magnesio antes de la muerte (Goff, 1999; Martín-Tereso & Martens, 2014).

Hipomagnesemia subclínica, con valores de Mg entre 0,41-0,82 (Constable et al., 2017) o 0,7-0,8 mmol/L (Martens et al., 2018) e hipomagnesemia clínica con valores en promedio de 0,21 mmol/L (Constable et al., 2017) tienen causas primarias y secundarias. La causa principal es el déficit en el suministro de Mg en la dieta (Ram et al., 1998). La hipomagnesemia secundaria puede desencadenarse por valores altos de K, N proteico o no proteico y baja concentración de carbohidratos solubles (Bohman et al., 1983). En este reporte, la diferencia estimada del requerimiento-aporte de minerales en la dieta muestra que la ingesta de Mg, Ca y Na fue deficiente de acuerdo con los requerimientos (NRC, 2001). Las vacas fueron alimentadas con pastos exuberantes de avena y silo de maíz, ambos deficientes en Mg, lo que pudo contribuir a un déficit primario de Mg. Por otro lado, los valores de K fueron altos tanto en los pastos exuberantes de avena como en el silo de maíz, lo que probablemente contribuyó de manera secundaria a la aparición de la enfermedad. La relación $K/(Ca + Mg)$ superior a 2,2 encontrada en este trabajo es un indicador del potencial tetanizante de los forrajes (Kemp & t'Hart, 1957). La dieta que consumía el rebaño tenía bajas concentraciones de Mg y altos valores de K, lo que sugiere que la absorción del Mg pudo haber disminuido drásticamente (Schonewille et al., 2008). El P estaba elevado en la dieta, lo que también interfiere con la absorción de Mg (Reinhardt et al., 1988). Además, el Na estaba por debajo del porcentaje recomendado para la especie (NRC, 2001). El bajo suministro de Na en la dieta reduce la absorción de Mg en el rumen (Goff, 2014) al disminuir el transporte activo de Mg unido al Na (Martens et al., 1987). Otros factores que contribuyen a la hipomagnesemia secundaria, que no fueron evaluados en este brote, son la alta concentración de N proteico y no proteico que presentan los forrajes invernales exuberantes. Los verdes de avena tienen altos valores de proteína (6,9-30,8%) (Pordomingo et al., 2007) y N (1,86-2,32%) (Flores et al., 2014) que favorecen la formación de iones amonio y amoniaco que interfieren con la absorción del Mg (Care et al., 1984). Los verdes de avena también tienen valores bajos de carbohidratos solubles (5,7% a 16,8%) (Pordomingo et al., 2007) lo que reduce el transporte activo de Mg (Martens, 1985).

Los datos epidemiológicos del brote indican que varios factores de riesgo pueden haber predisuesto a la hipomagnesemia. El rebaño estaba formado por vacas

lactantes de alta producción, que excretan alrededor de 116 mg/L de Mg al día (Van Hulzen et al., 2009). Algunas de las vacas muertas se encontraban dentro de las más viejas del rodeo, de 6 a 9 años, edad en la cual la capacidad de absorción del Mg dietético disminuye (Van Mosel et al., 1991). Además, el brote se produjo en otoño y principios del invierno, época de mayor riesgo de ocurrir tetania de las praderas por el elevado potencial tetanizante de los forrajes invernales de rápido crecimiento, y probablemente por acentuar los cambios climáticos como frío intenso, lluvia y días nublados (Larvor, 1976; Brizuela & Cseh, 2003).

Los valores de Ca en sangre en las vacas clínicamente afectadas y algunas de las sanas estaban por debajo del rango normal (2,1-2,6 mmol/L) (Constable et al., 2017) pero ninguna tenía hipocalcemia clínica que ocurre con valores inferiores a 1,38 mmol/L (Goff, 2014). La muerte súbita, la manifestación clínica neurológica aguda en este brote y la etapa de lactancia de las vacas afectadas no fueron consistentes con los signos de la hipocalcemia puerperal. Lo más probable es que la hipocalcemia subclínica en estas vacas sea una consecuencia de la hipomagnesemia, como se reportó previamente (Van Mosel et al., 1991). Aunque la relación Ca:P fue subóptima, se ha demostrado que, en presencia de valores bajos de Mg, la producción de parathormona y la sensibilidad de las células óseas a esta hormona se reducen, lo que lleva a hipocalcemia (Fatemi et al., 1991; Kopic & Geibel, 2013). En este brote, los signos clínicos agudos y la muerte se produjeron principalmente debido a la hipomagnesemia, confirmada por concentraciones séricas de Mg inferiores a 0,5 mmol/L, como la encontrada en la hipomagnesemia experimental (McCoy et al., 2001).

La hipomagnesemia ocurre con frecuencia en Nueva Zelanda (Metson et al., 1966), Australia (Harris et al., 1983), Canadá (Odette, 2005) y Argentina (Cseh & Crenovich, 1996; Cantón et al., 2014; Cantón et al., 2021). En Nueva Zelanda, la intensificación del pastoreo mejora la producción de leche por vaca, por hectárea y la rentabilidad, pero requiere una mayor producción de forrajes, lo cual se logra mediante la aplicación de fertilizantes como N y K (MacDonald et al., 2017). El aumento de N y K en el suelo se refleja en los forrajes y disminuye la absorción y disponibilidad de Mg para los animales (Metson et al., 1966; Elliott, 2008). Por lo tanto, la suplementación con Mg es necesaria para prevenir la hipomagnesemia

(Goff, 2006; Zelal, 2017; Martens et al., 2018). En Uruguay, se ha descrito hipomagnesemia en vacas para carne recientemente destetadas encerradas en corrales durante largos períodos sin acceso a agua o alimentos (Dutra, 2009; Dutra, 2010). No encontramos publicaciones sobre hipomagnesemia en ganado lechero en Uruguay, pero es posible que la enfermedad esté subdiagnosticada. En los últimos años, la ganadería lechera en Uruguay ha experimentado un proceso de intensificación (INALE, 2014; INALE, 2019; MGAP-DIEA, 2021a), tanto los ganaderos locales como los veterinarios deben ser conscientes del riesgo de hipomagnesemia en los sistemas de pastoreo en lechería de alta producción.

La recomendación para corregir las deficiencias dietéticas de Mg, Ca y Na se basó en los valores detectados de dichos minerales en la dieta. Los pastos de avena exuberantes utilizados como base de la dieta en el brote actual eran deficientes en Mg, ricos en K, la relación Ca:P era inferior a 1 y también tenían niveles bajos de Na. Los forrajes de crecimiento rápido y exuberante en otoño-invierno aportan entre 0,14% y 0,19% Mg en MS (Metson et al., 1966; Brizuela & Cseh, 2003; Blackwood, 2007), considerando que los valores de K fueron mayores al 1%, se recomienda que se suministre 0,35% de Mg en la ración total en base a MS (Schonewille et al., 2008; Martín-Tereso & Martens, 2014). Una vaca que produce 20 L de leche al día requiere 70 g de Mg diariamente (NRC, 2001). La dieta y el agua que consumían las vacas en este brote aportaron aproximadamente 30 g de Mg por vaca al día, por lo que 40 g de Mg eran deficientes y debían ser suplementados en la dieta reformulada. Se proporcionó de 65 g a 75 g de MgO por vaca al día como fuente de Mg para corregir la deficiencia (Urdaz et al., 2003).

La ocurrencia de un brote de hipomagnesemia en un rodeo lechero que aplica tecnología similar a muchos otros rodeos lecheros en Uruguay sugiere que se deben recomendar prácticas nutricionales para la prevención de esta enfermedad en el país. Para administrar el MgO se sugiere preparar una ración que incluya las cantidades mencionadas anteriormente. Otra estrategia es suplementar parte del MgO en la ración y el resto en la sal mineral. En este caso, se deben mezclar 45 g de MgO en la ración y se debe ofrecer una mezcla de 75% de NaCl y 25% de MgO *ad libitum* de forma concomitante. Esto mejora la palatabilidad y proporciona una fuente de Na. Cuando se agrega Mg a la dieta o sal, se debe monitorear la ingesta de MS y sal

mineral ya que el MgO carece de palatabilidad (Zelal, 2017). La deficiencia de Na se puede corregir agregando 0,5% NaCl y la relación Ca:P se mejora agregando 1 a 1,5% CaCO₃ a la ración en base MS, especialmente cuando se utilizan pellets comerciales con granos o subproductos (maíz, sorgo, salvado de trigo o arroz, harina o expeller de soja, lex de maíz) en lugar de ración balanceada. Finalmente, se recomienda que cada propietario de tambo evalúe la situación de los aportes dietéticos y requerimientos del ganado en producción.

CONCLUSIÓN

La hipomagnesemia es una causa de mortalidad en vacas lecheras lactantes en Uruguay y debe incluirse en el diagnóstico diferencial de clínica neurológica aguda y/o muerte súbita. El riesgo de hipomagnesemia aumenta cuando la base de la dieta son pastos exuberantes de rápido crecimiento en otoño e invierno, con niveles bajos de Mg y altos niveles de K. La hipomagnesemia se puede prevenir con una formulación de dieta adecuada.

8. CAPÍTULO 3: ENCEFALITIS ASOCIADA A ASTROVIRUS BOVINO NEUROTRÓPICO ¿UNA ENFERMEDAD SUBDIAGNOSTICADA EN SUDAMÉRICA?

RESUMEN

Describimos un caso de encefalitis causada por astrovirus bovino neurotrópico en una vaca lechera, raza Jersey, del departamento de San José, Uruguay. Este representa el segundo caso reportado de esta condición en el hemisferio sur. La vaca, única afectada de un rodeo de 70 bovinos, manifestó signos clínicos neurológicos con curso de 2 días antes de su muerte. El examen histopatológico reveló meningoencefalitis linfocítica, histiocítica y plasmacítica, con necrosis neuronal, sin cuerpos de inclusión. No se detectaron en el cerebro otros agentes infecciosos, incluyendo el virus de la rabia (*Lyssavirus*), alfaherpesvirus bovino-1 y alfaherpesvirus bovino-5 (*Varicellovirus*), virus de la diarrea viral bovina (*Pestivirus*), virus del Nilo Occidental (*Flavivirus*), *Listeria monocytogenes*, *Histophilus somni* y otras bacterias. Dado que el descubrimiento de astrovirus neurotrópicos en varias especies de mamíferos, incluido el humano, es reciente, proponemos que los casos de encefalitis por astrovirus pudieron haber pasado inadvertidos en Sudamérica. Discutimos brevemente el diagnóstico patológico diferencial de encefalitis infecciosas en bovinos.

Palabras clave: Astrovirus bovino, enfermedad neurológica, Uruguay, vacas lecheras.

INTRODUCCIÓN

Los miembros de la familia *Astroviridae* son virus de 28-30 nm de diámetro, de morfología icosaédrica, con viriones en forma de estrella de cinco o seis puntas, no envueltos, con un genoma ARN de cadena simple y sentido positivo de 6,4-7,3 kb (Donato & Vijaykrishna, 2017). La familia comprende dos géneros, *Mamastrovirus* y *Avastrovirus*, que infectan mamíferos y aves, respectivamente (Bosch et al., 2014). En la actualidad, el Comité Internacional de Taxonomía de Virus (*International Committee on Taxonomy of Viruses* [ICTV], 2019) reconoce 19 especies dentro del género *Mamastrovirus* (nombradas *Mamastrovirus-1* a *Mamastrovirus-19*) (ICTV, 2019). Sin embargo, hay numerosas cepas que aún no han sido clasificadas a nivel de especie, y algunas de ellas son consideradas, tentativamente, nuevas especies (Castells et al., 2016; Donato & Vijaykrishna, 2017).

A pesar de ser virus entéricos (Bosch et al., 2014; Castells et al., 2016), desde 2010 se han descrito varios astrovirus neuroinvasivos asociados con encefalitis en diversas especies de mamíferos, incluyendo humanos, visones, bovinos, ovinos, porcinos, alpacas (Reuter et al., 2018; Wildi & Seuberlich, 2021) y en el buey almizclero (Boujon et al., 2019). Luego del reconocimiento inicial del astrovirus bovino (*Bovine astrovirus* [BoAstV]) neurotrópico en casos de encefalitis en EE. UU. (Li et al., 2013), un estudio retrospectivo realizado en Suiza de casos de una condición hasta ese momento identificada como encefalitis bovina esporádica europea (*European bovine sporadic encephalitis* [ESBE]), de etiología indeterminada, reveló que el BoAstV había pasado inadvertido como causal de esta condición por décadas (Selimovic-Hamza et al., 2016). Otro estudio del mismo grupo de investigadores determinó que existía una relación causal entre BoAstV y enfermedad neurológica con encefalitis (Selimovic-Hamza et al., 2017).

La epidemiología de los astrovirus neurotrópicos es mayormente desconocida, no obstante se ha sugerido la posibilidad de transmisión viral entre especies animales dado el alto porcentaje de homología de las secuencias de aminoácidos y nucleótidos compartida entre los astrovirus neuroinvasivos bovinos y ovinos (Reuter et al., 2018). Así las cepas neurotrópicas de BoAstV no han sido todavía clasificadas oficialmente a nivel de especie por el ICTV, algunos autores han propuesto su clasificación dentro de la especie *Mamastrovirus-13* (Donato & Vijaykrishna, 2017; Hirashima et al., 2018).

Hasta el momento se han descrito casos de encefalitis o encefalomielitis bovina asociados a infección por BoAstV neurotrópicos en EE. UU., Canadá, Suiza, Alemania, Japón y, recientemente, Uruguay (Li et al., 2013; Schlottau et al., 2016; Selimovic-Hamza et al., 2017; Hirashima et al., 2018; Giannitti et al., 2019), único país del hemisferio sur con un caso registrado. En el caso uruguayo se secuenció el genoma completo de la cepa viral involucrada (identificada como BoAstV-Neuro-Uy, dentro del clado CH13/NeuroS1), y un análisis filogeográfico bayesiano, que incluyó, además, cepas detectadas en Norteamérica, Europa y Asia, indicó que, posiblemente, la cepa viral había sido introducida en Sudamérica desde Europa entre los años 1849 y 1967, para luego diseminarse en Norteamérica y Asia (Giannitti et al., 2019).

El descubrimiento de los astrovirus neurotrópicos ha sido reciente y esto junto con la falta de disponibilidad de pruebas para detectarlos rutinariamente en laboratorios de diagnóstico, es probable que los casos de encefalitis por astrovirus, tanto en bovinos como en otras especies animales y en humanos, estén subdiagnosticados, no solo en Uruguay, sino también en otros países de Sudamérica. En este contexto, el objetivo principal de este trabajo fue documentar un nuevo caso de encefalitis por BoAstV en Uruguay y el segundo en el hemisferio sur, con el fin de alertar a los veterinarios clínicos, a los laboratorios de diagnóstico veterinario y al ámbito científico hispanoparlante acerca de la ocurrencia de casos de esta enfermedad neurológica de los bovinos, que, posiblemente, esté extendida a otros países de Latinoamérica. Discutimos, además, desde el punto de vista anatomopatológico, el diagnóstico diferencial de encefalitis por BoAstV en contraste con otras causas infecciosas (bacterianas y virales) de encefalitis bovina que han sido identificadas en Sudamérica. El propósito fue proveer un marco de referencia que permita a los patólogos veterinarios establecer un diagnóstico presuntivo de encefalitis por BoAstV y los motive a realizar pruebas de detección viral a fin de confirmar o descartar esa etiología.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen de las muestras

El caso se registró en una vaca primípara de raza Jersey de 27 meses, 2 meses luego del parto, en un establecimiento lechero del departamento de San José. La población total de bovinos del predio fue de 70 animales; la vaca afectada estaba en pastoreo con un lote de 50 vacas en ordeño. No había otras especies de rumiantes en el predio. La vaca afectada fue la única en manifestar signos clínicos, que comenzaron el 27/11/2019 y tuvieron un curso de 2 días. Los signos incluyeron temblores, mioclonías, marcha tambaleante, incoordinación del tren anterior, ataxia, disminución de la conciencia y respuesta al entorno, depresión y decúbito prolongado. El 29/11/2019 la vaca amaneció en decúbito lateral, con movimientos intensos de pedaleo, y murió espontáneamente.

El veterinario del predio realizó la necropsia, no encontró lesiones macroscópicas que explicaran los signos neurológicos ni la muerte, y envió muestras

de encéfalo al laboratorio de diagnóstico veterinario de la PSA del INIA. La Estanzuela. Se obtuvieron muestras representativas de telencéfalo (porciones parietal, temporal y occipital de hemisferio cerebral e hipocampo), tronco encefálico (pedúnculos cerebrales, tálamo, cápsula interna y externa), médula oblonga y cerebelo, que tras su arribo al laboratorio fueron fijadas por inmersión en solución de formalina tamponada (pH 7,4) por 48-72 h, para el posterior procesamiento histológico. Además, se colectaron en forma aséptica, en tubos estériles, distintas porciones del encéfalo, de modo que se lograron dos *pools*: uno se procesó inmediatamente para bacteriología y el otro fue congelado a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ para virología.

Patología

Las secciones fijadas en formalina fueron procesadas por técnicas histológicas estándares, embebidas en bloques de parafina, cortadas con micrótopo a 3-4 μm de espesor, montadas sobre portaobjetos y coloreadas con HE, para ser examinadas bajo microscopio óptico (Carl-Zeiss, Alemania).

Bacteriología

Se realizó cultivo en medio selectivo para *Salmonella* spp. (agua peptonada, caldo tetrionato, agar xilosa-lisina-desoxicolato, incubación aerobia a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$), medio selectivo para *Listeria* spp., agar sangre, agar chocolate y agar MacConkey, que fueron incubados en atmósfera aerobia y microaerobia a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 7 días.

Análisis moleculares

A partir de la muestra de encéfalo preservada en congelación para virología se realizaron reacciones de PCR para la detección de BoAstV, de virus de la diarrea viral bovina (*Bovine viral diarrhea virus* [BVDV], *Pestivirus*) y de alfa herpesvirus bovino-1 y alfa herpesvirus bovino-5 (*Bovine alphaherpesvirus-1* [BoHV-1] y *Bovine alphaherpesvirus-5* [BoHV-5], *Varicellovirus*). Se extrajeron los ácidos nucleicos usando un kit comercial (MagMAX Nucleic Acid Isolation Kit[®], Thermo Fisher Scientific), siguiendo las instrucciones del fabricante. Se realizó la retrotranscripción (RT) con el kit RevertAid[®] (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, EE. UU.) y cebadores hexámeros aleatorios (Qiagen[®]) para la obtención del ADN

complementario (ADNc). Los ácidos nucleicos extraídos y el ADNc se almacenaron a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su posterior procesamiento.

Para la detección de BoAstV se realizó PCR a partir del ADNc usando MangoMixTM (Bioline[®], Londres, Reino Unido) y cebadores que amplifican un fragmento de 432 nucleótidos del gen de la polimerasa viral, como hemos reportado con anterioridad (Giannitti et al., 2019). Brevemente, se mezclaron en tubos de PCR 12,5 μl de MangoMixTM, 5 μl de ADNc, 4,5 μl de agua libre de nucleasas, 1 μl de dimetilsulfóxido, 1 μl de cebador BoAstV-F 10 μM y 1 μl de cebador BoAstV-R 10 μM . Los productos de PCR fueron visualizados en geles de agarosa al 2%, purificados usando un kit comercial (PureLinkTM Quick Gel Extraction and PCR Purification Combo Kit, Invitrogen[®], Carlsbad, CA, EE. UU.), y secuenciados en Macrogen Inc. (Seúl, Corea del Sur) en ambas direcciones. La secuencia del BoAstV detectada fue depositada en GenBank, con el número de acceso MT740274, y utilizada para construir un árbol filogenético junto con otras secuencias de astrovirus neurotrópicos descrito previamente (Giannitti et al., 2019). Brevemente, las secuencias fueron alineadas con el programa ClustalW disponible en MEGA7. El modelo de sustitución nucleotídica que mejor se ajustaba a los datos, así como también el árbol filogenético, fueron obtenidos con el *software* IQ-TREE, disponible en: <<http://iqtree.cibiv.univie.ac.at/>>.

Para la evaluación de la presencia de BVDV, BoHV-1 y BoHV-5 se utilizaron metodologías de PCR a partir de las muestras de ADNc (BVDV) y de ácidos nucleicos extraídos (BoHV-1 y BoHV-5), preservados bajo congelación. Para detectar BVDV se utilizaron los cebadores BVDV190mod y V326mod que amplifican un fragmento de 207 pb de la 5'UTR del virus, lo que permite identificar BVDV-1, BVDV-2 y HoBi-like Pestivirus, mientras que para detectar BoHV-1 y BoHV-5 se usó un mismo juego de cebadores que amplifican parcialmente la glicoproteína C [cebadores gC+ (5'-gcgggggctcgccgagga-3') y gC- (5'-gggagcgcacggtcaggggc-3')], que permiten la distinción entre BoHV-1 y BoHV-5 por diferencias de tamaño del fragmento amplificado (653 pb para BoHV-1 y 589 pb para BoHV-5). BVDV, BoHV-1 y BoHV-5 no fueron detectados. Para todas las

reacciones de PCR se utilizaron controles positivos y negativos apropiados, que permitieron validar los resultados.

RESULTADOS

La evaluación histológica del encéfalo reveló meningoencefalitis linfocítica, histiocítica y plasmocítica (no supurativa), multifocal y aleatoria, moderada a severa, con necrosis neuronal multifocal en las regiones afectadas, que incluyeron la médula oblonga, el cerebelo, el tronco encefálico y la corteza cerebral. El infiltrado inflamatorio era más denso en localización perivascular e involucraba predominantemente a la sustancia gris sobre la sustancia blanca. El neuroparénquima, en especial el neurópilo, también presentaba un infiltrado inflamatorio similar, gliosis multifocal, tumefacción de axones (esferoides), hipereosinofilia neuronal (necrosis), satelitosis y neuronofagia (Figura 1). Las leptomeninges del cerebelo, el lóbulo occipital del hemisferio cerebral y el tronco encefálico presentaron algunos focos leves de infiltrado inflamatorio similar al descrito. No se apreciaron cuerpos de inclusión virales, bacterias ni protozoarios en las secciones examinadas.

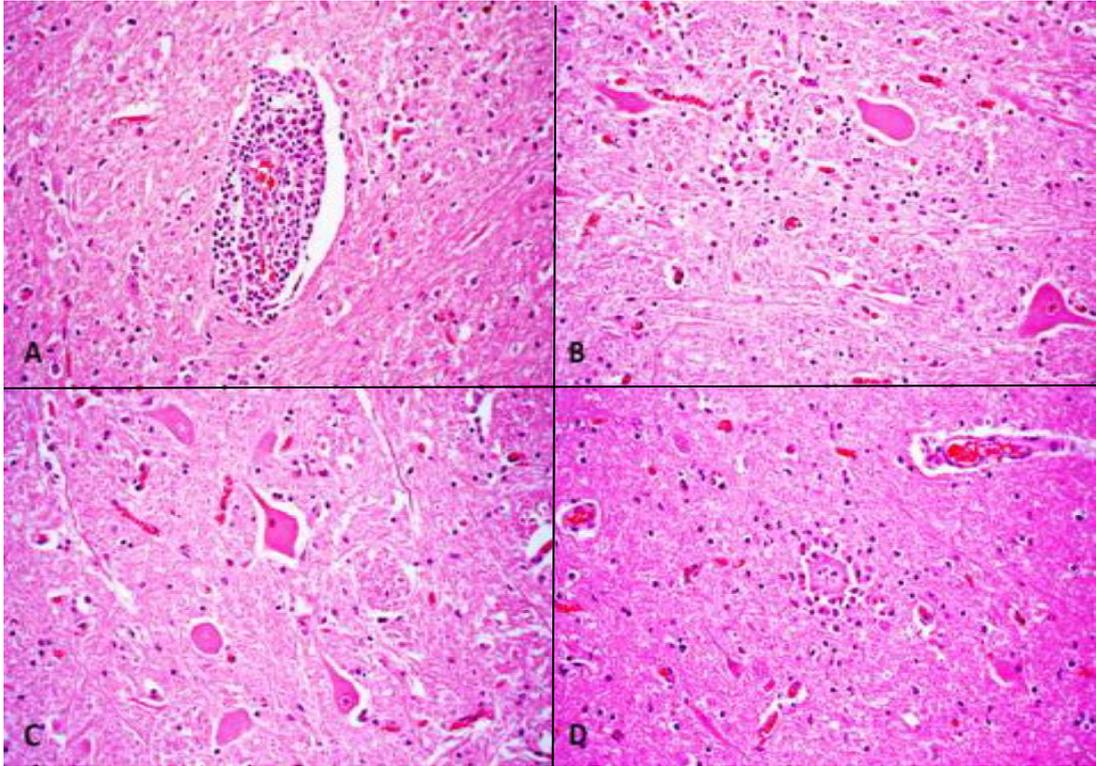


Figura 1. Lesiones histológicas en la vaca con encefalitis por astrovirus bovino neurotrópico. HE, $\times 400$. A) Infiltración de linfocitos, macrófagos y células plasmáticas en un espacio perivenular en la corteza cerebral. B) Gliosis e infiltración de linfocitos en el neuropilo del tronco encefálico. C) Una neurona (centro de la imagen) en el tronco encefálico presenta hipereosinofilia citoplasmática y núcleo picnótico (necrosis neuronal). D) Una neurona necrótica en la corteza cerebral se encuentra rodeada de células gliales e inflamatorias (satelitosis) e invadida por dichas células (neuronofagia).

En las muestras de encéfalo se confirmó la presencia de BoAstV mediante PCR. Se identificó BoAstV neurotrópico del linaje NeuroS1, dentro del clado CH13/NeuroS1 (Figura 2). El BVDV, BoHV-1 y BoHV-5 no fueron detectados mediante la PCR.

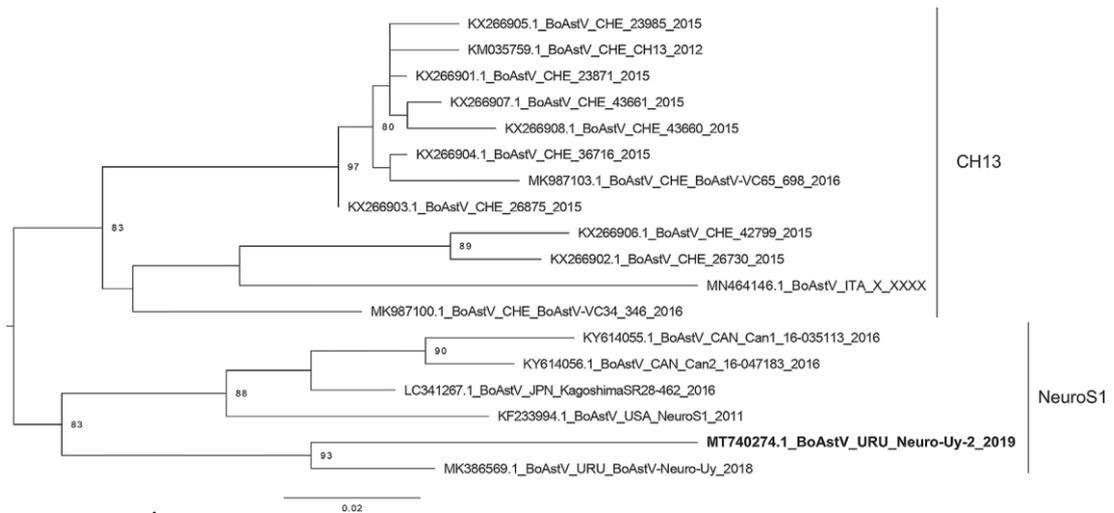


Figura 2. Árbol filogenético construido con el método de máxima verosimilitud con la secuencia del BoAstV detectado en el caso descrito y otras secuencias de astrovirus bovinos neurotrópicos disponibles en GenBank, incluida la secuencia viral del caso previamente detectado en Uruguay (BoAstV-Neuro-Uy, MK386569.1). La cepa del caso actual también pertenece al linaje NeuroS1 dentro del clado CH13/NeuroS1. Figura cortesía de Matías Castells (Centro Universitario Regional - CENUR- Litoral Norte, Universidad de la República, Salto, Uruguay).

En los cultivos de bacteriología no se aislaron bacterias patógenas. Dadas las lesiones de encefalitis no supurativa, y ante la sospecha de una etiología viral, se procesaron bloques parafinados que contenían secciones de encéfalo lesionado mediante inmunohistoquímica para la detección de antígenos del virus de la rabia (*Rabies virus* [RABV], *Lyssavirus*) y del virus del Nilo Occidental (*West Nile virus* [WNV], *Flavivirus*) (Giannitti et al., 2019), con resultados negativos. Adicionalmente, se realizó inmunohistoquímica para *Listeria monocytogenes*, que también resultó negativa.

DISCUSIÓN

La investigación diagnóstica permitió identificar este caso fatal de meningoencefalitis por BoAstV en una vaca lechera con enfermedad neurológica en el departamento de San José, Uruguay, el cual representa el segundo caso de esta condición en el hemisferio sur, luego de un caso identificado en un novillo raza Holstein de 22 meses en el departamento de Colonia, del mismo país (Giannitti et al., 2019). Los hallazgos epidemiológicos y clínicos en el caso aquí descrito fueron similares a los reportados en otros casos de encefalitis por BoAstV neurotrópico, que generalmente son de ocurrencia esporádica, en animales adultos y con signos poco específicos, pero claramente indicativos de enfermedad del sistema nervioso central,

con cursos clínicos que varían entre 1 día y 3 semanas de evolución y con desenlace fatal (Deiss et al., 2017; Hirashima et al., 2018, Giannitti et al., 2019).

El examen macroscópico de la carcasa y el encéfalo específicamente no revelaron hallazgos significativos, de modo similar a lo descrito en otros reportes (Hirashima et al., 2018; Giannitti et al., 2019). La información acumulada hasta el momento sugiere que las lesiones inducidas por BoAstV no serían evidenciables a la necropsia o serían lo suficientemente sutiles como para pasar inadvertidas, como ocurre en la mayoría de los casos de encefalitis viral. Sin embargo, los hallazgos histológicos, que fueron similares a los reportados en la literatura para el citado virus (Li et al., 2013; Selimovic-Hamza et al., 2016; Selimovic-Hamza et al., 2017), merecen especial atención y tienen elevado valor diagnóstico, como discutiremos a continuación.

Ante el examen patológico, el hallazgo de encefalitis en rumiantes debe motivar las sospechas de etiologías infecciosas, dentro de las que se encuentran agentes bacterianos, como *L. monocytogenes* e *Histophilus somni*, y agentes virales; de los reportados más frecuentemente en Sudamérica se resaltan RABV, BoHV-1 y BoHV-5. Cabe destacar que varios patógenos neurológicos de los bovinos son zoonóticos y algunos de ellos, además, son de declaración obligatoria ante la OMSA (World Organization for Animal Health, 2019). Por lo tanto, el diagnóstico de encefalitis debería motivar la realización de pruebas de laboratorio adicionales en un intento de confirmar la etiología. La histopatología tiene gran poder orientativo respecto a las posibles causas. Los infiltrados inflamatorios inducidos por infecciones bacterianas del encéfalo suelen presentar abundantes neutrófilos, por lo que estas lesiones son denominadas encefalitis supurativas (Cantile & Youssef, 2016). Algunas características histopatológicas adicionales permiten sospechar la presencia de bacterias específicas. Por ejemplo, en casos de listeriosis, los neutrófilos suelen formar microabscesos en el neuroparénquima del tronco encefálico, y, a pesar de que las bacterias no suelen ser evidentes en cortes coloreados con HE, suelen ponerse de manifiesto como bacilos positivos con la coloración de Gram o mediante inmunohistoquímica. En casos de histofilosis, se presenta trombosis, exudación de fibrina, vasculitis e invasión vascular o del neuroparénquima, y las bacterias forman colonias visibles con la coloración de HE y en la tinción de Gram son negativas. La

histofilosis, además, se caracteriza por infartos y hemorragias cerebrales multifocales visibles macroscópicamente. Otras bacterias patógenas u oportunistas pueden causar meningoencefalitis supurativas (Cantile & Youssef, 2016). Estos hallazgos patológicos, típicos de causas bacterianas, no fueron observados en el caso aquí descrito, y estos agentes fueron descartados por cultivos bacterianos negativos y por inmunohistoquímica negativa para *L. monocytogenes*.

En forma distintiva, en las encefalitis virales el infiltrado inflamatorio suele estar sobrerrepresentado por linfocitos, histiocitos y células plasmáticas, con escasa o despreciable cantidad de neutrófilos, lo que ha llevado a denominarlas encefalitis no supurativas (Cantile & Youssef, 2016; Lee et al., 2021; Wildi & Seuberlich, 2021). En ocasiones, algunas características histopatológicas adicionales permiten sospechar de virus específicos. Por ejemplo, en las encefalitis causadas por BoHV suelen evidenciarse cuerpos de inclusión eosinofílicos únicos intranucleares en las neuronas y astrocitos, mientras que el RABV forma cuerpos de inclusión múltiples eosinofílicos intracitoplasmáticos (corpúsculos de Negri) en las neuronas (Cantile & Youssef, 2016). A pesar de que la observación de estos cuerpos de inclusión es fuertemente orientativa de estas causas virales de encefalitis, la confirmación etiológica requiere de pruebas específicas para la detección viral, y la ausencia de cuerpos de inclusión no necesariamente las excluye. Otros virus, como BVDV o WNV, no inducen cuerpos de inclusión visibles histológicamente. Por tal motivo, en este caso realizamos pruebas diagnósticas específicas para descartar estas infecciones virales. No se han descrito cuerpos de inclusión en encefalitis por BoAstV, por lo cual la ausencia de cuerpos de inclusión en casos de encefalitis no supurativa en bovinos debería generar la sospecha de este virus, cuya confirmación podría realizarse mediante pruebas moleculares (como en este caso) o mediante inmunohistoquímica o hibridación *in situ*.

Otra enfermedad viral que puede cursar con encefalitis no supurativa en bovinos es la fiebre catarral maligna (FCM), causada por varios gammaherpesvirus, el más frecuente de los cuales y único descrito en Sudamérica en bovinos con esta enfermedad es el gammaherpesvirus ovino-2 (*Ovine gammaherpesvirus-2* [OvHV-2]). Los bovinos desarrollan FCM luego de entrar en contacto con ovinos portadores asintomáticos, situación que no ocurrió en el caso aquí descrito. La FCM es una

enfermedad linfoproliferativa con lesiones que no se restringen al encéfalo, por el contrario, suelen ser multisistémicas y frecuentemente involucran el tracto digestivo y otros órganos, y pueden ser apreciadas macroscópicamente. En cuanto a los cambios histológicos, cuando involucra el sistema nervioso central se aprecia encefalitis no supurativa sin cuerpos de inclusión, aunque la lesión histológica más característica de la FCM es la arteriolitis fibrinoide/necrotizante, que puede estar presente en el encéfalo y otros tejidos. Esta lesión no fue apreciada en el caso aquí descrito.

A pesar de que la inmunohistoquímica e hibridación *in situ* son de gran valor diagnóstico, debido a que permiten evaluar la localización intraneuronal e intralesional de antígeno o ARN de BoAstV (Selimovic-Hamza et al., 2017), respectivamente, su uso rutinario en casos clínicos tiene ciertas limitaciones. La inmunohistoquímica requiere de la utilización de anticuerpos anti-BoAstV que no están disponibles comercialmente y cuya producción está limitada, en parte, por la ausencia de aislados de BoAstV neurotrópicos. El grupo que lidera la investigación de astrovirus neurotrópicos a nivel mundial desarrolló, utilizando proteínas recombinantes, un anticuerpo anti-BoAstV que demostró un buen desempeño para inmunohistoquímica (Selimovic-Hamza et al., 2017). Este anticuerpo se encuentra disponible para uso con fines de investigación, pero no ha sido transferido a laboratorios de histología veterinaria para su uso en diagnóstico inmunohistoquímico (Seuberlich T, comunicación personal). Por otro lado, la prueba de hibridación *in situ* está disponible comercialmente, pero a un costo que puede ascender a varios cientos de dólares por muestra, lo que la hace de difícil acceso para los laboratorios de diagnóstico veterinario, particularmente si dan servicios en escenarios de economías emergentes. En este contexto, las técnicas de virología molecular (RT-PCR y secuenciación) representan opciones adecuadas para ser aplicadas con fines confirmatorios de diagnóstico etiológico a un costo relativamente accesible, a la vez que presentan alta sensibilidad y especificidad (Castells et al., 2016).

Dado que los astrovirus son virus entéricos de transmisión fecal-oral, es tentador pensar que la transmisión de BoAstV neurotrópicos ocurra también por esta vía. Sin embargo, esto no ha sido suficientemente documentado. Un estudio reciente evaluó la infección entérica por BoAstV en 500 terneros lecheros de Uruguay

(Castells et al., 2016), con muestras de animales de rodeos de Colonia y San José, departamentos donde se reportaron los dos casos de encefalitis por BoAstV en el país, aunque ese estudio no incluyó animales de los rodeos afectados. Es interesante notar que la frecuencia de infección entérica por BoAstV fue alta (25,6%, 128/500). Se realizó luego la secuenciación viral y el análisis filogenético para determinar las especies de *Mamastrovirus* circulantes en un número limitado de terneros positivos (25/128; 19,5%). Las especies identificadas fueron *Mamastrovirus-28* en 3 animales, *Mamastrovirus-33* en otros 3 y especies de *Mamastrovirus* aún no clasificadas por el ICTV en los restantes 19 animales. En ninguno de los terneros se identificó *Mamastrovirus-13* (Castells et al., 2016), especie que incluiría a los BoAstV neurotrópicos, según lo propuesto por algunos autores (Donato & Vijaykrishna, 2017; Hirashima et al., 2018). Un estudio reciente efectuado en Suiza reveló, en terneros con estado de salud desconocido, la eliminación fecal de una cepa de BoAstV que había sido detectada antes en bovinos con encefalitis (Kauer et al., 2020), lo que sugiere que la materia fecal representa una vía de eliminación de BoAstV neurotrópicos. Se necesitan estudios más amplios para explorar las vías de eliminación de BoAstV neurotrópicos en casos clínicos de encefalitis, así como el rango de tejidos que estos virus son capaces de infectar y los mecanismos que determinan la neuroinvasividad, tanto del virus como del huésped.

Concluimos que BoAstV es una causa subdiagnosticada de enfermedad neurológica en el ganado y, dada la naturaleza esporádica de los casos, es posible que el virus haya pasado inadvertido como causal de encefalitis bovina en otros países de Sudamérica, tal como ocurrió en EE. UU. (Li et al., 2013) y en Europa (Selimovic-Hamza et al., 2016). El diagnóstico patológico presuntivo de esta enfermedad se basa en la observación de encefalitis, mielitis o encefalomielitis no supurativa, con o sin meningitis, con necrosis neuronal, sin cuerpos de inclusión, que debe ser confirmada desde el punto de vista etiológico mediante pruebas de virología molecular, inmunohistoquímica o hibridación *in situ*, que permitan la detección específica de BoAstV en el encéfalo, en el contexto de exclusión de otras causas infecciosas. Se necesitan investigaciones adicionales para comprender la epidemiología, la distribución geográfica, el impacto económico, la patogénesis y la variabilidad genética de los astrovirus neurotrópicos, así como su posible transmisión entre especies.

9. DISCUSIÓN GENERAL

Este es el primer trabajo que describe las tasas y causas de descarte de vacas en rodeos lecheros del Uruguay. Los datos indican que el tamaño de la población del rodeo lechero en las dos últimas décadas se ha gradualmente reducido en el 1,8%, de 763000 cabezas en 2002 (MGAP-DIEA, 2010) a 749000 cabezas en 2020 (MGAP-DIEA, 2021a) y esta situación es en parte por la alta tasa de descarte. Rodeos con tasa de descarte alta reducen su tamaño (Orpin & Esslemont, 2010), la expansión del tamaño (aumento del número de vacas) del rodeo tiene un efecto protector sobre el descarte y los rodeos que reducen su número de vacas tienen mayor riesgo de descarte (Rilanto et al., 2020). En Holanda, rodeos que tienen una tasa alta de descarte se reducen significativamente en su tamaño (Mohd Nor et al., 2014). La mortalidad de terneras y vaquillonas nulíparas afecta el tamaño de la población de vacas (McConnel & Garry, 2019; Zhang et al., 2019) y la reducción de la tasa de mortalidad de vacas aumenta el tamaño del rodeo (Miller et al., 2008; Alvásen et al., 2012; Fordyce et al., 2021). El crecimiento de la población de VM incluidas en el año de estudio fue mínimo (0,7%). En parte debido a la alta tasa de descarte o la falta de reemplazos para reposición y crecimiento del rodeo. En Uruguay la mortalidad de terneros es el 15,2% (Schild et al., 2020) y junto a los abortos (Macías-Rioseco et al., 2020), la venta de terneras para exportación (MGAP-DGSG, 2022), los problemas reproductivos, y el descarte de vacas para faena y la mortalidad observada en este trabajo, son en parte las razones de la falta de crecimiento del rodeo lechero uruguayo.

En las últimas décadas el tamaño de los rodeos lecheros se incrementó en la mayoría de los países (Barkema et al., 2015; Britt et al., 2021) pero el número de tambos disminuyó (Britt et al., 2021), incluido Uruguay (MGAP-DIEA, 2021a). En parte, esto ocurre por la intensificación de los sistemas productivos mediante la implementación de tecnologías de la producción, reproducción y los avances genéticos (Wilkilson et al., 2020; Britt et al., 2021). La evolución de la lechería en países de clima templado progresa a la intensificación (Roche et al., 2017; Wilkinson et al., 2020), acompañado de avances tecnológicos en reproducción (Moore & Hasler, 2017), tendencia a la automatización de diversos procesos (Roche et al.,

2017; Wilkinson et al., 2020; Moscovici-Joubran et al., 2021), mejora del bienestar animal (von Keyserlingk & Weary, 2017; Thomsen & Houe, 2018) y la utilización de sistemas basados en pastoreo sustentables con menor huella ambiental (Britt et al., 2018; Moscovici-Joubran et al., 2021). Los consumidores consideran que los sistemas de producción basados en pastos son más amigables con el medio ambiente y el bienestar animal (Moscovici-Joubran et al., 2021). En Uruguay es necesario investigar e impulsar el uso de tecnologías de la producción y reproducción para estar a la vanguardia en bienestar animal y el medio ambiente, no obstante se requiere conocer y monitorear las tasas y los motivos de descarte.

En Uruguay, la evolución del inventario de vacas masa en las dos últimas décadas se redujo el 4,6% (n = 20000), pasó de 440000 VM en 2002 (MGAP-DIEA, 2010) a 420000 VM en 2020 (MGAP-DIEA, 2021a). La producción de leche incrementó, pasó de 1301 millones L en 2002 (MGAP-DIEA, 2010) a 2205 millones L en 2020 (MGAP-DIEA, 2021a). La superficie del país dedicada a la lechería disminuyó de 1000000 ha (MGAP-DIEA, 2010) a 757000 ha (MGAP-DIEA, 2021a), y el número de productores se redujo de 5100 (MGAP-DIEA, 2010) a 3320 (MGAP-DIEA, 2021a). La carga ganadera por unidad de superficie se incrementó en la última década. La producción de leche por VM aumentó de 2980 (MGAP-DIEA, 2010) a 5245 L anuales (MGAP-DIEA, 2021a). Estos datos indican una creciente intensificación de la producción lechera. En Nueva Zelanda, la intensificación de la producción lechera se asocia con aumento significativo del gasto en salud animal en los rodeos lecheros (Ma et al., 2020). Autores proponen que la intensificación de la ganadería sin las medidas de salud adecuadas incrementa el riesgo de mastitis. En el Reino Unido el descarte por mastitis incrementó en los últimos años, en parte por el incremento del tamaño de los rodeos, mayor carga por unidad de superficie, sin las medidas paralelas de manejo y salud (Whitaker et al., 2004). Estos estudios sugieren que la intensificación de la industria láctea puede influir en la alta tasa de descarte para faena (Lean et al., 2008; Roche et al., 2017; Mee & Boyle, 2020) y la mortalidad del ganado lechero en los tambos (Nørgaard et al., 1999; Fraser, 2001; Coffey et al., 2018; McConnel & Garry, 2019), lo cual es muy similar a lo encontrado en este estudio en rodeos lecheros en Uruguay.

La intensificación logra mayor producción de leche por unidad de superficie (Britt et al., 2021) mediante el uso de fertilizantes para incrementar la producción de pastos cultivados por hectárea y la producción de leche por vaca y por hectárea (Macdonald et al., 2017). En una revisión de literatura que incluyó países con producción intensiva de leche, entre 1965 y 2006, la mortalidad incrementó gradualmente, del 1% al 5% (Thomsen & Houe, 2006). Otra revisión que incluyó trabajos publicados entre 1989 y 2014 encontró un incremento de la mortalidad en 1,42 por 100 vacas/año (Compton et al., 2017). El incremento de la mortalidad en los sistemas modernos de producción lechera se atribuye a la presión de selección por producción sobre la salud, el desempeño biológico y la vida de las vacas (Miglior et al., 2017; Thomsen & Houe, 2018; Mee & Boyle, 2020). Las cojeras en las vacas lecheras aumentan con la creciente intensificación de la ganadería (Afonso et al., 2020; Langova et al., 2020). La ganadería lechera en Uruguay experimenta un proceso de intensificación en los últimos años (INALE, 2019; Fariña & Chilibroste, 2019; MGAP-DIEA, 2021a). La intensificación de los sistemas basados en pasturas incrementa el riesgo de las enfermedades de la producción como mastitis, cojeras y otras enfermedades infecciosas, parasitarias y metabólicas (Lean et al., 2008) y aumenta el descarte y la mortalidad (Compton et al., 2017). En Uruguay es necesario fortalecer la investigación de los problemas sanitarios, la adaptación genética y los aspectos nutricionales del ganado lechero. Con los conocimientos generados será posible optimizar los programas sanitarios, reproductivos y de manejo, y la bioseguridad en el rodeo acordes a los avances notables de la intensificación gradual de la ganadería lechera, reduciendo el riesgo de las enfermedades y la mortalidad.

En rodeos lecheros de Uruguay, son relevantes los avances logrados en genética y en el manejo de reservas forrajeras en el modelo de intensificación de la lechería, pero hay una alta tasa de descarte. Para disminuir el número de animales descartados es necesario avanzar con los programas reproductivos y los programas sanitarios para el control y manejo de mastitis, las cojeras y otras enfermedades. Es importante mediante el control de las enfermedades reducir la alta mortalidad de vacas para contribuir en el aumento del rodeo. Mediante la transferencia de tecnología es necesario preparar a los productores y asesores de los tambos para responder a los desafíos sanitarios de la intensificación de los sistemas productivos,

logrando el equilibrio para alcanzar mayor producción lechera con vacas en buenas condiciones de salud y bienestar animal.

Por otro lado, la utilización de técnicas de diagnóstico y vigilancia adecuadas permite conocer las causas, y la epidemiología de las enfermedades, así como establecer métodos correctos de control. En esta tesis los beneficios del sistema de diagnóstico se reflejan en la descripción de dos enfermedades (hipomagnesemia y encefalitis asociada a astrovirus bovino neurotrópico) no descritas previamente en Uruguay y que pueden causar pérdidas económicas por muerte de animales.

10. CONCLUSIONES GENERALES

El registro apropiado, la categorización y la sistematización de las causas de descartes de las vacas lecheras es el primer paso para identificar oportunidades de mejora en los rodeos. La tasa de descarte de vacas lecheras en los tambos de departamentos de Colonia y San José es de 23,1%. El descarte para faena es 18,1%, el descarte por muertes es 4,5% y el descarte por venta para seguir produciendo leche en otros tambos es 0,5%. Este trabajo es punto de referencia para compararse entre tambos tanto nacional como regionalmente. El descarte para faena está representado principalmente por los problemas de salud con el 90,3%, incluyendo los problemas reproductivos (infertilidad y abortos), las mastitis y otros problemas de la ubre, cojeras y otras enfermedades. Las vacas con más de 3 partos y las vacas de primer parto son las más frecuentemente descartadas. Las vacas en lactancia tardía y temprana son las más frecuentemente descartadas, aunque un porcentaje notable de las vacas secas también es descartado. La mayor mortalidad ocurre en otoño. Las muertes junto con los problemas de salud representan el 92,2%. La mayor frecuencia de muertes son vacas de más de 3 partos y vacas en lactancia temprana.

Para reducir las tasas de descarte, es necesario, mejorar las técnicas de control de mastitis y la eficiencia reproductiva; identificar las causas de los abortos, las enfermedades y la mortalidad en el rodeo. El fortalecimiento de los programas de bioseguridad para minimizar la difusión de las enfermedades es prioritario. Adicionalmente, es necesario implementar programas de suplementación correcta de la dieta para prevenir las enfermedades metabólicas y/o carenciales como la hipomagnesemia.

Es estratégico acceder a un sistema de diagnóstico veterinario eficiente, diligente y confiable de referencia para los asesores de los rodeos y desarrollar proyectos de investigación para determinar las formas más económicas, eficaces y eficientes de control de las enfermedades presentes en los rodeos lecheros y hacer vigilancia para las entidades no descritas en Uruguay.

11. CONSIDERACIONES FINALES

Los tres trabajos que forman parte de esta tesis son resultados parciales del proyecto PL_27 N-23398 de INIA, que proveyó financiación, y la beca de posgrado 1070-2018 de la misma institución. Esta investigación identificó las tasas y causas de descarte de vacas lecheras en tambos de Uruguay.

12. REFERENCIAS

- Abdisa, T. (2018). Review on the reproductive health problem of dairy cattle. *Dairy and Vet. Sci. J.* 5(1), 555655. DOI: 10.19080/JDVS.2018.05.5556550011.
- Acuña, R., Alza, D.H., Junqueira, J.B., Nordlund, K., Ramos, J.M. (2004). *Cojeras del Bovino: Fisiopatología y Profilaxis*. (1^a ed.). Buenos Aires: Editorial Inter-Médica.
- Afonso, J.S., Bruce, M., Keating, P., Raboisson, D., Clough, H., Oikonomou, G., Rushton, J. (2020). Profiling detection and classification of lameness methods in British Dairy Cattle Research: A systematic review and meta-analysis. *Front. Vet. Sci.* 7, 542. Doi: 10.3389/fvets.2020.00542.
- Aleri, J.W., Lyons, A., Laurence, M., Coiacetto, F., Fisher, A.D., Stevenson, M.A., Irons, P.C., Robertson, I.D. (2021). A descriptive retrospective study on mortality and involuntary culling in beef and dairy cattle production systems of Western Australia (1981–2018). *Aust. Vet. J.* 99(9), 395-401.
- Alfrey, A.C., Miller, N.L. (1973). Bone magnesium pools in uremia. *J. Clin. Invest.* 52(12), 3019-3027.
- Allcroft, R., Burns, K.N. (1968). Hypomagnesaemia in cattle. *N. Z. Vet. J.* 16, 109-128.
- Alharthi, A., Zhou, Z., Lopreiato, E., Trevisi, E., Loo, J.L. (2018). Body condition score prior to parturition is associated with plasma and adipose tissue biomarkers of lipid metabolism and inflammation in Holstein cows. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 9(1), 1-12.
- Alvásen, K., Jansson Mörk, M., Dohoo, I.R., Sandgren, C.H., Thomsen, P.T., Emanuelson, U. (2014). Risk factors associated with on-farm mortality in Swedish dairy cows. *Prev. Vet. Med.* 117(1), 110-120.
- Alvásen, K., Jansson Mörk, M., Sandgren, C.H., Thomsen, P.T., Emanuelson, U. (2012). Herd-level risk factors associated with cow mortality in Swedish dairy herds. *J. Dairy Sci.* 95(8), 4352-4362.
- Ansari-Lari, M., Mohebbi-Fani, M., Rowshan-Ghasrodashti, A. (2012). Causes of culling in dairy cows and its relation to age at culling and interval from calving in Shiraz, Southern Iran. *Vet. Res. Forum.* 3(4), 233-237.
- Armengol, R., Fraile, L. (2018). Descriptive study for culling and mortality in five high-producing Spanish dairy cattle farms (2006–2016). *Acta Vet. Scand.* 60(45), 1-11.
- Arnott, G., Jerys, C.P., O'Connell, N.E. (2017). Review: welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production systems. *Animal.* 11(2), 261-273.

- Arrazuría, R., Arnaiz, I., Fouz, R., Calvo, C., Eiras, C., Diéguez, F.J. (2014). Association between *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection and culling in dairy cattle herds. *Arch. Med. Vet.* 46(1), 39-44.
- Azizzadeh, M. (2011). Characterisation and pattern of culling in Holstein-Friesian dairy herds in Khorasan Razavi Province, Northeast of Iran. *Vet. Res. Forum.* 2(4), 254-258.
- Baginski, E.S., Epstein, E., Zak, B. (1975). Review of phosphate methodologies. *Ann. Clin. Lab. Sci.* 5(5). 399-416.
- Barkema, H.W., von Keyserlingk, M.A.G., Kastelic, J.P., Lam, T.J.G.M., Luby, C., Roy, J.-P., Leblanc, S.J., Keefe, G.P., Kelton, D.F. (2015). Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *J. Dairy Sci.* 98(11), 7426-7445.
- Bartlett, P.C., Ruggiero, V.J., Hutchinson, H.C., Droscha, C.J., Norby, B., Sporer, K.R.B., Taxis, T.M. (2020). Current developments in the epidemiology and control of enzootic bovine leukosis as caused by bovine leukemia virus. *Pathogens.* 9(12), 1058.
- Bascom, S.S., Young, A.J. (1998). A summary of the reasons why farmers cull cows. *J. Dairy Sci.* 81(8), 2299-2305.
- Bates, A., O'Brien, R., Liggett, S., Griffin, F. (2019). Control of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* infection on a New Zealand pastoral dairy farm. *BMC. Vet. Res.* 15(1), 266.
- Bazydlo, L.A.L., Needham, M., Harris, N.S. (2014). Calcium, magnesium, and phosphate. *Lab. Med.* 45(1), e44-e50.
- Bell, M.J., Wall, E., Russell, G., Roberts, D.J., Simm, G. (2010). Risk factors for culling in Holstein-Friesian dairy cows. *Vet. Rec.* 167(7), 238-240.
- Berra, G., Osacar, G. (2012). El costo de la reposición. *Producir* 21, Bs. As. 20(249), 48-52.
- Berry, D.P., Cromie, A.R. (2009). Associations between age at first calving and subsequent performance in Irish spring calving Holstein–Friesian dairy cows. *Livest. Sci.* 123(1), 44-54.
- Blackwood, I. (2007). Mineral content of common ruminant stockfeeds, crops and pastures. Primefact 522, NSW Department of Primary Industries. Orange 7p.
- Bohman, V.R., Horn, F.P., Stewart, B.A., Mathers, A.C., Grunes, D.L. (1983). Wheat pasture poisoning. I. An evaluation of cereal pastures as related to tetany in beef cows. *J. Anim. Sci.* 57(6), 1352-1363.
- Bosch, A., Pintó, R.M., Guix, S. (2014). Human astroviruses. *Clin. Microbiol. Rev.* 27(4), 1048-1074.

- Boujon, C.L., Koch, M.C., Kauer, R.V., Keller-Gautschi, E., Hierweger, M.M., Hoby, S., Seuberlich, T (2019). Novel encephalomyelitis-associated astrovirus in a muskox (*Ovibos moschatus*): a surprise from the archives. *Acta Vet. Scand.* 61(1), 31.
- Boulton, A.C., Rushton, J., Wathes, D.C. (2017). An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. *Animal.* 11(8), 1372-1380.
- Bouman, M., Bianco, R., Giannechini, E., Hirigoyen, D., de Torres, E. (2005). Mastitis control in Uruguay: strengths and weaknesses. International Dairy Federation (IDF). *International Mastitis Conference 2005*. (Vol. 4th, pp. 703-708). Maastricht: IDF.
- Britt, J.H., Cushman, R.A., Dechow, C.D., Dobson, H., Humblot, P., Hutjens, M.F., Jones, G.A., Ruegg, P.S., Sheldon, I.M., Stevenson, J.S. (2018). Invited review: Learning from the future-A vision for dairy farms and cows in 2067. *J. Dairy Sci.* 101(5), 3722-3741.
- Britt, J.H., Cushman, R.A., Dechow, C.D., Dobson, H., Humblot, P., Hutjens, M.F., Jones, G.A., Mitlotehner, F.M., Ruegg, P.L., Sheldon, I.M., Stevenson, J.S. (2021). Review: Perspective on high-performing dairy cows and herds. *Animal.* 15(Suppl. 1) <<https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100298>>.
- Brizuela, M.A., Cseh, S.B. (2003). Composición mineral y potencial tetanizante de verdes de invierno sembrados en diferentes fechas. *Revta Arg. Prod. Anim.* 23(2), 91-101.
- Cajarville, C., Britos, A., Errandonea, N., Gutiérrez, L., Cozzolino, D., Repetto, J.L. (2015). Diurnal changes in water-soluble carbohydrate concentration in lucerne and tall fescue in autumn and the effects on in vitro fermentation. *N. Z. J. Agric. Res.* 58(3), 281-291.
- Campero, L.M., Moore, D.P., Echaide, I.E., Campero, C.M., Venturine, M.C. (2021). Neosporosis bovina en Argentina: a 25 años del primer reporte en el país. *Analecta Vet.* 41(1), e056. <DOI:<https://doi.org/10.24215/15142590e056>>.
- Canadian Dairy Information Centre (CDIC). (2021). Culling and replacement rates in dairy herds in Canada. Disponible en: <https://www.dairyinfo.gc.ca/resources/prod/dairy/pdf/genetics-cull_e.pdf> Acceso el 16 de julio de 2021.
- Cantile, C., Youssef, S. (2016). Nervous System. En: M.G. Maxie (Ed), *Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology of Domestic Animals* (6th ed. Vol. 1, pp. 205–406). Saint Louis, MO: Elsevier.
- Cantón, G.J., Fernández, E.L., Poo, J.I., Späth, E.J.A., Odriozola, E.R., Monterubbianesi, M.G., Moreno, F.C. (2021). Hypomagnesemia in beef cattle

- from the central region of Argentina: retrospective study. *Ciën. Rural.* 52, 4-e20210285.
- Cantón, G., Odriozola, E., Cseh, S. (2014). Análisis de casos de hipomagnesemia en bovinos de producción de carne diagnosticados en INTA EEA Balcarce (1998-2013). *Reunión Científica Técnica.* (Vol. XX, pp. 1). Tucumán.
- Care, A.D., Brown, R.C., Farrar, A.R., Pickard, D.W. (1984). Magnesium absorption from the digestive tract of sheep. *Q. J. Exp. Physiol.* 69(3), 577-587.
- Casaux, M.L., Caffarena, R.D., Schild, C.O., Giannitti, F., Riet-Correa, F., Fraga, M. (2019). Antibiotic resistance in *Salmonella enterica* isolated from dairy calves in Uruguay. *Braz. J. Microbiol.* 50(4), 1139–1144.
- Cassamagnaghi, A., Cassamagnaghi, A (h). (1947). la enfermedad de Johne, los primeros casos reconocidos en bovinos del Uruguay. *Anales de la Facultad de Veterinaria.* 5(1), 83-104.
- Castells, M., Bertoni, E., Caffarena, R.D., Casaux, M.L., Schild, C., Victoria, M., Riet-Correa, F., Giannitti, F., Parreño, V., Colina, R. (2020). Bovine astrovirus surveillance in Uruguay reveals high detection rate of a novel *Mamastrovirus* species. *Viruses.* 12(1), 32.
- Cavestany, D. (2000). Eficiencia reproductiva. En: Cavestany D. (2000). *Manejo Reproductivo de Vacas Lecheras.* Serie Técnica 115 (1ed. pp. 1-11). Montevideo: INIA.
- Cerbulis, J., Farrell, H.M.Jr. (1976). Composition of the milk of dairy cows. II. Ash, calcium, magnesium, and phosphorous. *J. Dairy Sci.* 59(4), 589-593.
- Chatterton, N.J., Harrison, P.A., Bennett, J.H., Asay, K.H. (1989). Carbohydrate partitioning in 185 accessions of gramineae grown under warm and cool temperatures. *J. Plant Physiol.* 134(2), 169-179.
- Chatterton, N.J., Watts, K.A., Jensen, K.B., Harrison, P.A., Horton, W.H. (2006). Nonstructural carbohydrates in oat forage. *J. Nutr.* 136(Suppl.7), 2111-2113.
- Chiumia, D., Chagunda, M.G.G., Macrae, A.I., Roberts, D.J. (2013). Predisposing factors for involuntary culling in Holstein-Friesian dairy cows. *J. Dairy Res.* 80(1), 45-50.
- Coffey, E., Delaby, L., Fleming, C., Pierce, K., Horan, B. (2018). Multi-year evaluation of stocking rate and animal genotype on milk production per hectare within intensive pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.* 101(3), 2448-2462.
- Compton, C., Heuer, C., Carpenter, T., McDougall, S., Phyn, C. (2016). Patterns of culling and mortality and their attributed causes in pasture-based seasonal calving cows in New Zealand. *Proceedings of the Society of Dairy Cattle Veterinarians of the NZVA Annual Conference.* Jan 2016. P129-141.

- Compton, C.W.R., Heuer, C., Thomsen, P.T., Carpenter, T.E., Phyn, C.V.C., McDougall, S. (2017). Invited review: A systematic literature review and meta-analysis of mortality and culling in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 100(1), 1-16.
- Constable, P.D., Hinchcliff, K.W., Done, S.H., Grünberg, W. (2017). *Veterinary Medicine*. (11th ed. pp.785-794, 1662-1706). St Louis, MO: Saunders Elsevier.
- Contreras, G.A., Thelen, K., Schmidt, S.E., Strieder-Barboza, C., Preseault, C.L., Raphael, W., Kiupel, M., Caron, J., Lock, A.L. (2016). Adipose tissue remodeling in late-lactation dairy cows during feed restriction-induced negative energy balance. *J. Dairy Sci.* 99(12), 1-13.
- Cook, G.M., Wells, J.E., Russell, J.B. (1994). Ability of *Acidaminococcus fermentans* to oxidize *trans*-aconitate and decrease the accumulation of tricarballic acid, a toxic end product of ruminal fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.* 60(7), 2533-2537.
- Costa, R.A., Casaux, M.L., Caffarena, R.D., Macías-Rioseco, M., Schild, C.O., Fraga, M., Riet-Correa, F., Giannitti, F. (2018) Urocystitis and ureteritis in Holstein calves with septicaemia caused by *Salmonella enterica* serotype Dublin. *J. Comp. Pathol.* 164, 32-36.
- Crawford, R.J., Masie, M.D., Sleper, D.A., Mayland, H.F. (1998). Use of an experimental high-magnesium tall fescue to reduce grass tetany in cattle. *J. Prod. Agric.* 11(4), 491-496.
- Cruz, I., Pereira, I., Ruprecht, G., Barca, J., Meikle, A., Larriestra, A. (2021). Clinical disease incidence during early lactation, risk factors and association with fertility and culling in grazing dairy cows in Uruguay. *Prev. Vet. Med.* 191, 1-8.
- Cseh, S.B., Crenovich, H. (1996). Hipomagnesemia en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Arch. Med. Vet.* 28(2), 111-116.
- Dallago, G.M., Wade, K.M., Cue, R.I., McClure, J.T., Lacroix, R., Pellerin, D., Vasseur, E. (2021). Keeping dairy cows for longer: A critical literature review on dairy cow longevity in high milk-producing countries. *Animals.* 11(3), 808.
- D'Angelo, A., Bellino, C., Bertone, I., Cagnotti, G., Iulini, B., Miniscalco, B., Casalone, C., Gianella, P., Cagnasso, A. (2015). Seizure disorders in 43 cattle. *J. Vet. Intern. Med.* 29(3), 967-971.
- Da Silva, S.C., Armendano, J.I., Moore, P.D., Cantón, G.J., Macías-Rioseco, M., Riet-Correa, F., Giannitti, F. (2020a). Comparación de ELISAs comerciales para la detección de anticuerpos en la investigación diagnóstica del aborto asociado a *Neospora caninum* en rodeos lecheros de Uruguay. *Rev. Argent. Microbiol.* 52(2), 107-114.

- Da Silva, S.C., Maya, L., Casaux, M.L., Schild, C., Caffarena, D., Araújo, V., da Costa, R.A., Macías-Rioseco, M., Perdomo, Y., Castells, M., Colina, R., Fraga, M., Riet-Correa, F., Giannitti, F. (2020b). Diseases associated with bovine viral diarrhoea virus subtypes 1a and 2b in beef and dairy cattle in Uruguay. *Braz. J. Microbiol.* 51(1), 357-368.
- Dechow, C.D., Goodling, R.C. (2008). Mortality, culling by sixty days in milk, and production profiles in high- and low-survival Pennsylvania herds. *J. Dairy Sci.* 91(12), 4630-4639.
- Deiss, R., Selimovic-Hamza, S., Seuberlich, T., Meylan, M. (2017). Neurologic clinical signs in cattle with astrovirus-associated encephalitis. *J. Vet. Intern. Med.* 31(4), 1209–1214.
- De los Santos, R., Fernandez, M., Carro, S., Zuzino, P. (2014). Characterisation of *Staphylococcus aureus* isolated from cases of bovine subclinical mastitis in two Uruguayan dairy farms. *Arch. Med. Vet.* 46(2), 315-320.
- De Vries, A. (2006). Economic value of pregnancy in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89(10), 3876-3885.
- De Vries, A., Olson, J.D., Pinedo, P.J. (2010). Reproductive risk factors for culling and productive life in large dairy herds in the Eastern United States between 2001 and 2006. *J. Dairy Sci.* 93(2), 613-623.
- De Vries, M., Bokkers, E.A.M., Dijkstra, T., van Schaik, G., de Boer, I.J.M. (2011). Invited review: Associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. *J. Dairy Sci.* 94(7), 3213-3228.
- De Vries, A., Marcondes, M.I. (2020). Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal.* 14(Suppl. 1), 155-164.
- Dohoo, I.R., Dijkhuizen, A.A. (1993). Techniques involved in making dairy cow culling decisions. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 15(3), 515-519.
- Donato, C., Vijaykrishna, D. (2017). The broad host range and genetic diversity of mammalian and avian astroviruses. *Viruses.* 9(5), 102.
- Doncel, B., Capelesso, A., Giannitti, F., Cajarville, C., Macías-Rioseco, M., Silveira, C., Costa, A.R., Riet-Correa, F. (2019). Hipomagnesemia en ganado lechero en Uruguay. *Pesq. Vet. Bras.* 39(8), 564-572.
- Doncel, B., Puentes, J.D., Caffarena, R.D., Riet-Correa, F., Costa, R.A., Giannitti, F. (2021a). Hypomagnesemia in beef cattle. *Pesq. Vet. Bras.* 41, e06826.
- Doncel, D.B., Castells, M., Maya, L., Fraga, M., Uzal, F.A., Colina, R., Giannitti, F. (2021b). Encefalitis asociada a astrovirus bovino neurotrópico, ¿una enfermedad subdiagnosticada en Sudamérica? *Rev. Argent. Microbiol.* 54(2), 100-105.

- Dutra, F. (2009). Tetania del transporte. Arch. Vet. Este. 2, 6-7.
- Dutra, F. (2010). Tetania del destete. Arch. Vet. Este. 2, 10-11.
- Elliott, D.A., Rizack, M.A. (1974). Epinephrine and adrenocorticotrophic hormone-stimulated magnesium accumulation in adipocytes and their plasma membranes. J. Biol. Chem. 249(12), 3985-3990.
- Elliott, M. (2008). Grass tetany in cattle: predicting its likelihood. Primefact 785. NSW Department of Primary Industries, Orange. 6p.
- Elliott, M. (2009). Grass tetany in cattle: treatment and prevention. Primefact 421. NSW Department of Primary Industries, Orange. 4p.
- Esslemont, R.J., Kossaibati, M.A. (1997). Culling in 50 dairy herds in England. Vet. Rec. 140(2), 36-39.
- Ettema, J.F., Santos, J.E.P. (2004). Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. J. Dairy. Sci. 87(8), 2730-2742.
- Fariña, S.R., Chilibroste, P. (2019). Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: The case of farm systems in Uruguay. Agric. Syst. 176, 1-9.
- Fatemi, S., Ryzen, E., Flores, J., Endres, D.B., Rude, R.K. (1991). Effect of experimental human magnesium depletion on parathyroid hormone secretion and 1.25-dihydroxyvitamin D metabolism. J. Clin. Endocrinol. Metabol. 73(5), 1067-1072.
- Faust, M.A., Kinsel, M.L., Kirkpatrick, M.A. (2001). Characterizing biosecurity, health, and culling during dairy herd expansions. J. Dairy Sci. 84(4), 955-965.
- Fetrow, J. (1987). Culling dairy cows. American Association Bovine Practitioners. Annual Conference of Phoenix (Vol. 20th, pp. 102–107). Stillwater, OK: AZ. Frontier Printers, Inc.
- Fetrow, J., Nordlund, K.V., Norman, H.D. (2006). Invited review: Culling: Nomenclature, definitions, and recommendations. J. Dairy Sci. 89(6), 1896-1905.
- Fisher, L.J., Dinn, N., Tait, R.M., Shelford, J.A. (1994). Effect of level of dietary potassium on the absorption and excretion of calcium and magnesium by lactating cows. Can. J. Anim. Sci. 74(3), 503-509.
- Flores, F.E., Casillas, H.M., Figueroa, U.V., Potisek, M.C.T. (2014). Disponibilidad de nitrógeno y desarrollo de avena forrajera (*avena sativa* L.) con aplicación de biosólidos. Terra Latinoam. 32(2), 99-105.

- Fordyce, G., Shephard, R., Moravek, T., McGowan, M.R. (2021). Australian cattle herd: a new perspective on structure, performance and production. *Anim. Prod. Sci.* <https://doi.org/10.1071/AN20342>.
- Fouz, R., Yus, E., Sanjuán, M.L., Diéguez, F.J. (2014). Causas de eliminación en rebaños bovinos lecheros de raza Frisona en Control Lechero Oficial, *Revista-Información Técnica Económica Agraria (ITEA)*. 110(2), 171-186.
- Fox, R.H., Piekielek, W.P. (1984). Soil magnesium level, corn (*Zea mays* L.) yield, and magnesium uptake. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.* 15(2), 109-123.
- Fraser, D. (2001). Farm animal production, changing agriculture in a changing culture. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 4(3), 175-190.
- Gabel, G., Martens, H. (1986). The effect of ammonia on magnesium metabolism in sheep. *J. Anim. Physiol., Anim. Nutr. Berlin.* 55(1/5), 278-287.
- Garzón, J.P., Silveira, C.S., Urioste, V., Stirling, S., Lockhart, B., Fariña, S., Giannitti, F., Gastal, G.D.A. (2021). Pérdidas embrionarias y fetales en un rodeo de bovinos Holstein de Uruguay: Efecto de la paridad, el biotipo y la exposición a *Neospora caninum* y el virus de la leucosis bovina. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XLVIII, pp. 260-263) Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Gastal, G.D.A., Lemaire, C., Cavestany, D., Hirigoyen, D. (2021). Salud y eficiencia reproductiva de vacas lecheras en sistemas de base pastoril en Florida: resultados preliminares del monitoreo. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XLVIII, pp. 196-198) Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Giannechini, R.E., Concha, C., Franklin, A. (2002a). Antimicrobial susceptibility of udder pathogens isolated from dairy herds in the West littoral region of Uruguay. *Acta Vet. Scand.* 43(1), 31-41.
- Giannechini, R., Concha, C., Rivero, R., Delucci, I., Moreno-López, J. (2002b). Occurrence of clinical and sub-clinical mastitis in dairy herds in the west littoral region in Uruguay. *Acta Vet. Scand.* 43(4), 221-230.
- Giannechini, R., Concha, C., Delucchi, I., Gil, J., Salvarrey, L., Rivero, R. (2014). Mastitis bovina, reconocimiento de los patógenos y su resistencia antimicrobiana en la Cuenca Lechera del Sur de Uruguay. *Veterinaria Montev.* 50(196), 1-29.
- Giannitti, F., Caffarena, R.D., Pesavento, P., Uzal, F.A., Maya, L., Fraga, M., Colina, R., Castells, M. (2019). The first case of bovine astrovirus-associated encephalitis in the Southern hemisphere (Uruguay), uncovers evidence of viral introduction to the Americas from Europe. *Front. Microbiol.* 10, 1240.

- Giduck, S.A., Fontenot, J.P. (1987). Utilization of magnesium and other macrominerals in sheep supplemented with different readily-fermentable carbohydrates. *J. Anim. Sci.* 65(6), 1667-1673.
- Goff, J.P. (1999). Treatment of calcium, phosphorus, and magnesium balance disorders. *Vet. Clin. North Am., Food Anim. Pract.* 15(3), 619-639.
- Goff, J.P. (2006). Macromineral physiology and application to the feeding of the dairy cow for prevention of milk fever and other periparturient mineral disorders. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126(3/4), 237-257.
- Goff, J.P. (2008). The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Vet. J.* 176(1), 50-57.
- Goff, J.P. (2014). Calcium and magnesium disorders. *Vet. Clin. North Am., Food Anim. Pract.* 30(2), 359-381.
- Gröhn, Y.T., Eicker, S.W., Ducrocq, V., Hertl, J.A. (1998). Effect of diseases on the culling of Holstein dairy cows in New York State. *J. Dairy Sci.* 81(4), 966-78.
- Grunes, D.L., Stout, P.R., Brownell, J.R. (1970). Grass tetany of ruminants. *Adv. Agron.* 22, 331-374.
- Hadley, G.L., Wolf, C.A., Harsh, S.B. (2006). Dairy cattle culling patterns, explanations, and implications. *J. Dairy Sci.* 89(6), 2286-96.
- Halasa, T., Kirkeby, C. (2020). Differential somatic cell count: Value for udder health management. *Front. Vet. Sci.* 7, 609055.
- Hare, E., Norman, H.D., Wright, J.R. (2006). Survival rates and productive herd life of dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.* 89(9), 3713-3720.
- Harris, D.J., Lambell, R.G., Oliver, C.J. (1983). Factors predisposing dairy and beef cows to grass tetany. *Aust. Vet. J.* 60(8), 230-234.
- Haworth, G.M., Tranter, W.P., Chuck, J.N., Cheng, Z., Wathes, D.C. (2008). Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. *Vet. Rec.* 162(20), 643-647.
- Hirashima, Y., Okada, D., Shibata, S., Yoshida, S., Fujisono, S., Omatsu, T., Mizutani, T., Nagai, M. (2018). Whole genome analysis of a novel neurotropic bovine astrovirus detected in a Japanese black steer with non-suppurative encephalomyelitis in Japan. *Arch. Virol.* 163(10), 2805-2810.
- Hosseini-Zadeh, N.G. (2013). Effects of main reproductive and health problems on the performance of dairy cows, a review. *Span. J. Agric. Res.* 11(3), 718-735.
- House, W.A., Bell, A.W. (1993). Mineral accretion in the fetus and adnexa during late gestation in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 76(10), 2999-3010.

- Instituto Nacional de la Leche (INALE). Uruguay. (2014). Encuesta Lechera INALE 2014. Disponible en: <<http://www.inale.org/innovaportal/v/3597/2/innova.front/encuesta-lechera-inale-2014.html>> Acceso el 3 de junio de 2018.
- Instituto Nacional de la Leche (INALE). Uruguay. (2019). Encuesta Lechera INALE 2019. Disponible en: <<https://www.inale.org/estadisticas/encuesta-lechera-2019-resultados-preliminares/>> Acceso el 29 de mayo de 2022.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2017) Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas. *Plantas y Aguas*. Carpeta de técnicas oficiales. La Estanzuela, Uruguay.
- International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) (2019). Master Species List (MSL32), Version 1. [Online] Disponible en: <<https://talk.ictvonline.org/files/masterspecies-lists/m/msl/7185>>. Consultado el 7 de junio de 2020.
- Jackson, M.L. (1964). *Análisis Químico de Suelos*. Barcelona: Ed. Omega.
- Jones, E. (1963). Studies on the magnesium content of mixed herbage and some individual grass and clover species. *Grass forage Sci.* 18(2), 131-138.
- Kantek-Navarro, C.E., Krüger, E., Welte, V.R. (1982). Infecção com o vírus da leucose enzoótica bovina em um lote de vacas produtoras de leite importadas do Uruguai. *Pesq. Vet. Bras.* 2(2), 125-126.
- Kauer, R.V., Koch, M.C., Schönecker, L., Becker, J., Holwerda, M., Glaus, A.N., Hierweger, M.M., Werder, S., Dijkman, R., Meylan, M., Seuberlich, T. (2020). Fecal shedding of bovine astrovirus CH13/NeuroS1 in veal calves. *J. Clin. Microbiol.* 58(5), e01964-19.
- Kelton, D.F. (2006). Epidemiology: A foundation for dairy production medicine. *Vet. Clin. North Am., Food Anim. Pract.* 22(1), 21–33.
- Kelton, D.F., Lissemore, K.D., Martín, R.E. (1998). Recommendations for recording and calculating the incidence of selected clinical diseases of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81(9), 2502–2509.
- Kemp, A., Deys, W.B., Hemkes, O.J., van Es, A.J.H. (1961). Hypomagnesaemia in milking cows: intake and utilization of magnesium from herbage by lactating cows. *Neth. J. Agric. Sci.* 9(2), 134-149.
- Kemp, A., t'Hart, M.L. (1957). Grass tetany in grazing milking cows. *Neth. J. Agric. Sci.* 5, 4-17.
- Kerslake, J.I., Amer, P.R., O'Neill, P.L., Wong, S.L., Roche, J.R., Phyn, C.V.C. (2018). Economic costs of recorded reasons for cow mortality and culling in a pasture-based dairy industry. *J. Dairy Sci.* 101(2), 1795-1803.

- Kopic, S., Geibel, J.P. (2013). Gastric acid, calcium absorption, and their impact on bone health. *Physiol. Rev.* 93(1), 189-268.
- Kuczewski, A., Orsel, K., Barkema, H.W., Mason, S., Erskine, R., van der Meer, F. (2021). Invited review: Bovine leukemia virus-transmission, control, and eradication. *J. Dairy Sci.* 104(6), 6358-6375.
- Laevens, H., Deluyker, H., Schukken, Y.H., De Meulemeester, L., Vandermeersch, R., De Muelenaere, E., De Kruif, A. (1997). Influence of parity and state of lactation on the somatic cell counts in bacteriologically negative dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80(12), 3219-3226.
- Lagomarsino, H., Scioli, A., Rodríguez, A., Armendano, J., Fiorani, F., Bence, Á., García, J., Hecker, Y., Gual, I., Cantón, G., Odeón, A., Campero, C., Moore, D. (2019). Controlling endemic *Neospora caninum*-related abortions in a dairy herd from Argentina. *Front. Vet. Sci.* 6, 446.
- Langova, L., Novotna, I., Nemcova, P., Machacek, M., Havlicek, Z., Zemanova, M., Chrast, V. (2020). Impact of nutrients on the hoof health in cattle. *Animals.* 10(10), 1824.
- Larvor, P. (1976). 28Mg kinetics in ewes fed normal or tetany prone grass. *Cornell Vet.* 66(3), 413-429.
- Lean, I.J., Westwood, C.T., Playford, M.C. (2008). Livestock disease threats associated with intensification of pastoral dairy farming. *N. Z. Vet. J.* 56(6), 261-269.
- Lee, S.Y., Kim, J.H., Kim, Y.J., Kim, Y.S., Roh, S.G., Lee, K.H., Kim, H.J., Shin, J.H., Oem, J.K. (2021). Astrovirus infection in cattle with nonsuppurative meningoencephalitis in South Korea. *Viruses.* 13(10), 1941.
- Lehenbauer, T.W., Oltjen, J.W. (1998). Dairy cow culling strategies: Making economical culling decisions. *J. Dairy Sci.* 81(1), 264-271.
- Leonard, N., Egan, J., Griffin, J., Hanlon, A., Poole, D. (2001). A survey of some factors relevant to animal welfare on 249 dairy farms in the Republic of Ireland. Part 2: Data on incidence of disease, culling and biosecurity measures. *Ir. Vet. J.* 54(9), 454-456.
- Li, F.Y., Chaigne-Delalande, B., Kanellopoulou, C., Davis, J.C., Matthews, H.F., Douek, D.C., Cohen, J.I., Uzel, G., Su, H.C., Lenardo, M.J. (2011). Second messenger role for Mg²⁺ revealed by human T-cell immunodeficiency. *Nature.* 475(7357), 471-476.
- Li, L., Diab, S., McGraw, S., Barr, B., Traslavina, R., Higgins, R., Talbot, T., Blanchard, P., Rimoldi, G., Fahsbender, E., Page, B., Phan, T.G., Wang, C., Deng, X., Pesavento, P., Delwart, E. (2013). Divergent astrovirus associated with neurologic disease in cattle. *Emerg. Infect. Dis.* 19(9), 1385–1392.

- LIC & DairyNZ. (2021). New Zealand Dairy Statistics 2020–2021 Report; LIC—Livestock Improvement Corporation & DairyNZ: Hamilton, New Zealand, 2021. Disponible en: <https://www.clal.it/upload/NZ_Dairy_Statistics_2020-21.pdf> Acceso el 22 de junio de 2022.
- Lucy, M.C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *J. Dairy Sci.* 84(6), 1277-1293.
- Ma, W., Bicknell, K., Renwick, A. (2020). Production intensification and animal health expenditure on dairy farms in New Zealand. *J. Dairy Sci.* 103(2), 1598-1607.
- Macchi, M.V., Suanes, A., Salaberry, X., Fernandez, F., Piaggio, J., Gil, A.D. (2020). Epidemiological study of neosporosis in Uruguayan dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 179(4), 105022.
- Macdonald, K.A., Penno, J.W., Lancaster, J.A.S., Bryant, A.M., Kidd, J.M., Roche, J.R. (2017). Production and economic responses to intensification of pasture-based dairy production systems. *J. Dairy Sci.* 100(8), 6602-6619.
- Macías-Rioseco, M., Caffarena, R.D., Fraga, M., Silveira, C., Giannitti, F., Cantón, G., Hecker, H.P., Suanes, A., Riet-Correa, F. (2019a). Abortion outbreak caused by *Campylobacter fetus* subspecies *venerealis* and *Neospora caninum* in a bovine dairy herd. *Revta Mexicana Cienc. Pecuarias.* 10(4), 1054-1063.
- Macías-Rioseco, M., Riet-Correa, F., Miller, M.M., Sondgeroth, K., Fraga, M., Silveira, C., Uzal, F.A., Giannitti, F. (2019b). Bovine abortion caused by *Coxiella burnetii*; report of a cluster of cases and review of the literature. *J. Vet. Diagn. Invest.* 31(4), 634-639.
- Macías-Rioseco, M., Silveira, C., Fraga, M., Casaux, L., Cabrera, A., Francia, M.E., Robello, C., Maya, L., Zarantonelli, L., Suanes, A., Colina, R., Buschiazzi, A., Giannitti, F., Riet-Correa, F. (2020). Causes of abortion in dairy cows in Uruguay. *Pesq. Vet. Bras.* 40(5), 325-332.
- Maher, P., Good, M., Moore, S.J. (2008). Trends in cow numbers and culling rate in the Irish cattle population, 2003 to 2006. *Ir. Vet. J.* 61(7), 455-463.
- Martens, H. (1985). The effect of dinitrophenol on magnesium transport across an isolated preparation of sheep rumen epithelium. *Q. J. Exp. Physiol.* 70(4), 567–573.
- Martens, H., Blume, I. (1986). Effect of intraruminal sodium and potassium concentrations and of the transmural potential difference on magnesium absorption from the temporarily isolated rumen of sheep. *Q. J. Exp. Physiol.* 71(3), 409-415.
- Martens, H., Kubel, O.W., Gäbel, G., Honi, H. (1987). Effects of low sodium intake on magnesium metabolism in sheep. *J. Agric. Sci.* 108(1), 237–243.

- Martens, H., Leonhard-Marek, S., Röntgen, M., Stumpff, F. (2018). Magnesium homeostasis in cattle: absorption and excretion. *Nutr. Res. Rev.* 31(1), 114-130.
- Martens, H., Schweigel, M. (2000). Pathophysiology of grass tetany and other hypomagnesemias. Implications for clinical management. *Vet. Clin. North Am., Food Anim. Pract.* 16(2), 339–68.
- Martín-Tereso, J., Martens, H. (2014). Calcium and magnesium physiology and nutrition in relation to the prevention of milk fever and tetany (Dietary management of macrominerals in preventing disease). *Vet. Clin. North Am., Food Anim. Pract.* 30(3), 643–670.
- Mattos, C., Giannechini, E., Silveira, S., Negrín, N., Rivero, R. (2009). Descripción de focos de salmonelosis en bovinos diagnosticados por el Laboratorio Regional Noreste “Miguel C. Rubino” en el periodo 1998 - 2009. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XXXVII, pp. 177-178) Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Mayland, H.F., Grunes, D.L., Lazar, V.A. (1976). Grass tetany hazard of cereal forages based upon chemical composition. *Agron. J.* 68, 665-667.
- McConnel, C.S., Garry, F.B. (2019). Invited review: Why cows die in US dairy herds. *Appl. Anim. Sci.* 35(6), 596-605.
- McCoy, M.A. 2004. Hypomagnesemia and new data on vitreous humor magnesium concentration as a post-mortem marker in ruminants. *Magnes. Res.* 17(2):137-145.
- McCoy, M.A., Hutchinson, T., Davison, G., Fitzpatrick, D.A., Rice, D.A., Kennedy, D.G. 2001. Postmortem biochemical markers of experimentally induced hypomagnesaemic tetany in cattle. *Vet. Rec.* 148(9):268-273.
- Mederos, A., Irigoyen, D. (1998). Relevamiento epidemiológico de diarrea viral bovina, rinotraqueítis infecciosa bovina, leucosis bovina en predios lecheros del noreste de Uruguay. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XXVI, pp. 19-20) Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Mee, J.F., Boyle, L.A. (2020). Assessing whether dairy cow welfare is “better” in pasture-based than in confinement-based management systems, *N. Z. Vet. J.* 68(3), 168-177.
- Mendes, L.B., Coppa, M., Rouel, J., Martin, B., Dumont, B., Ferlay, A., Espinasse, C., Blanc, F. (2021). Profiles of dairy cows with different productive lifespan emerge from multiple traits assessed at first lactation: the case of a grassland-based dairy system. *Livest. Sci.* 246, 104443.

- Metson, A.J., Saunders, W.M.H., Collie, T.W., Graham, V.W. (1966). Chemical composition of pastures in relation to grass tetany in beef breeding cows. *N. Z. J. Agric. Res.* 9(2), 410-36.
- Meyer, H. (1977). Pathogenesis of the clinical symptoms of hypomagnesaemia in ruminants. *Vet. Sci. Commun.* 1, 43–50.
- Miglior, F., Fleming, A., Malchiodi, F., Brito, L.F., Martin, P., Baes, C.F. (2017). A 100-Year Review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 100(12), 10251–10271.
- Miller, R.H., Kuhn, M.T., Norman, H.D., Wright, J.R. (2008). Death losses for lactating cows in herds enrolled in Dairy Herd Improvement Test Plans. *J. Dairy Sci.* 91(9), 3710–3715.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) - Dirección de Estadísticas Agropecuarias Agropecuario (DIEA) Uruguay. (2010). Anuario Estadístico Agropecuario 2010. Disponible en: <<http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2010/DIEA-Anuario-2010w.pdf>>. Acceso el 8 de febrero de 2022.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) - Dirección de Estadísticas Agropecuarias Agropecuario (DIEA) Uruguay. (2019). Estadísticas del Sector Lácteo 2018. Disponible en: <<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/estadisticas-del-sector-lacteo-2018>> Acceso el 22 de septiembre de 2019.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) - Dirección de Estadísticas Agropecuarias Agropecuario (DIEA) Uruguay. (2021a). Anuario Estadístico Agropecuario 2021. Disponible en: <<https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2021/LIBRO%20ANUARIO%202021%20Web.pdf>> Acceso el 22 de octubre de 2021.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) - Dirección de Estadísticas Agropecuarias Agropecuario (DIEA) Uruguay. (2021b). Estadísticas del sector lácteo 2020. Disponible en: <<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2021-11/Estad%3%ADstic%20L%3%A1cteam%202021vf.pdf>> Acceso el 14 de abril de 2022.
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) - Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG). (2022). Exportación de animales en pie - año 2021. Disponible en: <<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/exportaciones-animales-pie-ano-2021>>. Acceso el 4 de febrero de 2022.
- Mohd Nor, N., Steeneveld, W., van Werven, T., Mourits, M.C.M, Hogeveen, H. (2013). First-calving age and first-lactation milk production on Dutch dairy farms. *J. Dairy Sci.* 96(2), 981-992.

- Mohd Nor, N., Steeneveld, W., Hogeveen, H. (2014). The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction, performance and health. *J. Dairy Res.* 81(1), 1-8.
- Mohd Nor, N., Steeneveld, W., Mourits, M.C.M., Hogeveen, H. (2015). The optimal number of heifer calves to be reared as dairy replacements. *J. Dairy Sci.* 98(2), 1–11.
- Moore, S.G., Hasler, J.K. (2017). A 100-Year Review: Reproductive technologies in dairy science. *J. Dairy Sci.* 100(12), 10314-10331.
- More, S. (2009). Global trends in milk quality: implications for the Irish dairy industry. *Ir. Vet. J.* 62(Suppl.4), 5-14.
- Moscovici-Joubran, A., Pierce, K.M., Garvey, N., Shalloo, L., O'Callaghan, T.F. (2021). Invited review: A 2020 perspective on pasture-based dairy systems and products. *J. Dairy Sci.* 104(7), 7364-7382.
- Möykkynen, T., Uusi-Oukari, M., Heikkilä, J., Lovinger, D.M., Lüddens, H., Korpi, E.R. (2001). Magnesium potentiation of the function of native and recombinant GABA (A) receptors. *Neuroreport.* 12(10), 2175-2179.
- Muller, L.D. (2003). Supplementation of lactating cows on pastures. Disponible en: <<https://extension.psu.edu/supplementation-of-lactating-cows-onpasture>> Acceso el 3 de junio de 2018.
- Naik, S.G., Ananda, K.J., Rani, B.K. (2010). Magnesium deficiency in young calves and its management. *Vet. World* 3(4), 192-193.
- Nan Monte, F.N., Galotta, J. (2006). Anatomía del pie bovino. In: *International Symposium & Conference on Lameness in Ruminants*, 11, noviembre, Colonia, Uruguay. Disponible en: <https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/patologias_pezunas/31-Monte.pdf>. Acceso 21 de agosto de 2021.
- National Animal Health Monitoring System (NAHMS). (2002). Dairy 2002 Part I: Reference of Dairy Health and Management in the United States. USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, Veterinary Services, Center for Epidemiology and Animal Health, Fort Collins, CO. 1-92.
- Nørgaard, N.H., Lind, K.M., Agger, J.F. (1999). Cointegration analysis used in a study of dairy-cow mortality. *Prev. Vet. Med.* 42(2), 99-119.
- Norman, H.D., Miller, R.H., Wright, J.R., Wiggans, G.R. (2000). Herd and state means for somatic cell count from Dairy Herd Improvement. *J. Dairy Sci.* 83(12), 2782-2788.
- National Research Council NRC). (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle.* (7th ed., pp. 405). Washington: National Academy Press.

- Núñez, A.A. (2007). Paratuberculosis bovina en ganado lechero. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XXXV, pp. 97-108) Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- O'Connor, A.H., Bokkers, E.A.M., de Boer, I.J.M., Hogeveen, H., Sayers, R., Byrne, N., Ruelle, E., Engel, B., Shalloo, L. (2020). Cow and herd-level risk factors associated with mobility scores in pasture-based dairy cows. *Prev. Vet. Med.* 181, 105077.
- Odette, O. (2005). Grass tetany in a herd of beef cows. *Can. Vet. J.* 46(8), 732-734.
- O'Driscoll K. (2016). Lameness. En: *Teagasc Dairy Manual* (Section 8, Chapter 47, pp. 295–298). Carlow, Teagasc-The Agriculture and Food Development Authority.
- Olechnowicz, J., Jaskowski, J.M. (2011). Reasons for culling, culling due to lameness, and economic losses in dairy cows. *Med. Wet.* 67(9), 618–621.
- Ooi, E.C., Stevenson, M.A., Beggs, D.S., Mansell, P.D., Pryce, J.E., Murray, A., Pyman, M.F. (2021). The impact of declining dairy fertility on calving patterns and farm systems: A case study from northern Victoria, Australia. *Agric. Syst.* 193, 103228.
- Orpin, P.G., Esslemont, R.J. (2010). Culling and wastage in dairy herds: An update on incidence and economic impact in dairy herds in the UK. *Cattle Practice.* 18(3), 163-172.
- Orrego, J.A., Delgado, A.C., Echevarría, L.C. (2003). Vida productiva y principales causas de descarte de vacas Holstein en la cuenca de Lima. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 14(1), 68-73.
- Pereira, I., Cruz, I., Ruprecht, G., Meikle, A. (2017). Salud y eficiencia reproductiva de vacas lecheras en sistemas de base pastoril en Florida: resultados preliminares del monitoreo. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XLV, pp. 65-75) Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Perusia, O.R. (2001). Patologías podales del bovino. *Rev. Inv. Vet. Perú.* 12(2), 65-77.
- Peter, A.T. (2000). Abortions in dairy cows: New insights and economic impact. *Adv. Dairy Technol.* 12, 233.
- Piaggio, J., Núñez, A., Gil, A. (2002). Johne's disease serological prevalence in Uruguayan dairy cows. *International colloquium on paratuberculosis.* (Vol. 7th, pp. 104). Bilbao, España.
- Pinedo, P.J., Daniels, A., Shumaker, J., De Vries, A. (2014). Dynamics of culling for Jersey, Holstein, and Jersey × Holstein crossbred cows in large multibreed dairy herds. *J. Dairy Sci.* 97(5), 986-2895.

- Pinedo, P.J., De Vries, A. (2010). Effect of days to conception in the previous lactation on the risk of death and live culling around calving. *J. Dairy Sci.* 93(3), 2886-2895.
- Pinedo, P.J., De Vries, A., Webb, D.W. (2010). Dynamics of culling risk with disposal codes reported by Dairy Herd Improvement dairy herds. *J. Dairy Sci.* 93(5), 2250-2261.
- Pordomingo, A.J., Quiroga, A., Jonas, O., Santucho, G., Otamendi, H., Buffa, H.G., Rolheiser, D.O., Albertario, P. (2007). Producción y valor nutritivo de verdes de invierno en siembra directa. Disponible en: <<https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/valor-nutritivo-verdeos-invierno-siembradirecta-t27006.htm>> Acceso el 21 de agosto de 2018.
- Puentes, R., De Brun, L., Algorta, A., Álvarez, J.P., Sacco, G., Oliveira, M., Llambi, S. (2016). Horizontal transmission dynamics of bovine leukemia virus (BLV) and negative effect on reproductive performance in naturally infected Holstein heifers. *Sci. Anim. Health.* 4(3), 294-309.
- R Core Team. (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical computing. Vienna, Austria. URL. <<https://www.r-project.org/>>.
- Rabaza, A., Macías-Rioseco, M., Fraga, M., Uzal, F.A., Eisler, M.C., Riet-Correa, F., Giannitti, F. (2021). *Coxiella burnetii* abortion in a dairy farm selling artisanal cheese directly to consumers and review of Q fever as a bovine abortifacient in South America and a human milk-borne disease. *Braz. J. Microbiol.* 52(4), 2511-2510.
- Raboisson, D., Cahuzac, E., Sans, P., Allaire, G. (2011). Herd-level and contextual factors influencing dairy cow mortality in France in 2005 and 2006. *J. Dairy Sci.* 94(4), 1790-1803.
- Rajala-Schultz, P.J., Gröhn, Y.T. (1999a). Culling of dairy cows. Part I. Effects of diseases on culling in Finnish Ayrshire cows. *Prev. Vet. Med.* 41(2-3), 195-208.
- Rajala-Schultz, P.J., Gröhn, Y.T. (1999b). Culling of dairy cows. Part III. Effects of diseases, pregnancy status and milk yield on culling in Finnish Ayrshire cows. *Prev. Vet. Med.* 41(4), 295-309.
- Ram, L., Schonewille, J.T., Martens, H., Van't Klooster, A.T., Beynen, A.C. (1998). Magnesium absorption by wethers fed potassium bicarbonate in combination with different dietary magnesium concentrations. *J. Dairy Sci.* 81(9), 2485-2492.
- Rayssiguier, Y. (1977). Hypomagnesemia resulting from adrenaline infusion in ewes: its relation to lipolysis. *Horm. Metab. Res.* 9(4), 309-314.

- Rayssiguier, Y., Larvor, P. (1978). Mineral bone composition and some elements of calcium metabolism in magnesium-deficient growing rats. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 18(1), 157-166.
- Reinhardt, T.A., Horst, R.L., Goff, J.P. (1988). Calcium, phosphorus, and magnesium homeostasis in ruminants. *Vet. Clin. North Am., Food Anim. Pract.* 4(2), 331-350.
- Reinhardt, T.A., Lippolis, J.D., McCluskey, B.J., Goff, J.P., Horst, R.L. (2011). Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. *Vet. J.* 188(1), 122-124.
- Rérat, M., Philipp, A., Hess, H.D., Liesegang, A. (2009). Effect of different potassium levels in hay on acid-base status and mineral balance in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92(12), 6123-6133.
- Reuter, G., Pankovics, P., Boros, A. (2018). Nonsuppurative (aseptic) meningoencephalomyelitis associated with neurovirulent astrovirus infections in humans and animals. *Clin. Microbiol. Rev.* 31(4), e00040-18.
- Riet-Correa, F., Monesiglio, C., Pritsch, O. (2019). Leucosis enzoótica bovina: hacia dónde vamos? in Uruguay. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XLVII, pp. 51-53) Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Rilanto, T., Reimus, K., Orro, T., Emanuelson, U., Viltrop, A., Mõtus, K. (2020). Culling reasons and risk factors in Estonian dairy cows. *BMC. Vet. Res.* 16(173), 1-16.
- Rocha, J.F., Lopez-Villalobos, N., Burke, J.L. (2017). Culling reasons in once-a-day milking cows and differences in production and type traits between retained and culled cows. *Proc. New Zeal. Soc. An.* 77, 200-204.
- Roche, J.R., Berry, D.P., Bryant, A.M., Burke, C.R., Butler, S.T., Dillon, P.G., Donaghy, D.J., Horan, B., Macdonald, K.A., Macmillan, K.L. (2017). A 100-Year Review: A century of change in temperate grazing dairy systems. *J. Dairy Sci.* 100(12), 10189-10233.
- Rogel, L., Tamayo, R. (2007). Mortalidad de vacas en tres rebaños lecheros: estudio preliminar (1994-2004). *Arch. Med. Vet.* 39(3), 255-260.
- Rogers, G.W., Van Arendonk, J.A.M., McDaniel, B.T. (1988a). Influence of production and prices on optimum culling rates and annualized net revenues. *J. Dairy Sci.* 71(12), 3453-3462.
- Rogers, G.W., Van Arendonk, J.A.M., McDaniel, B.T. (1988b). Influence of involuntary culling on optimum culling rates and annualized net revenues. *J. Dairy Sci.* 71(12), 3463-3469.

- Rossler, N., Giusiano, J., Blangetti, D. (2016). Evaluación del impacto sobre el margen bruto de un conjunto de estrategias de manejo en la actividad lechera. *FAVE Cs. Vet.* 15(2), 65-75.
- Rovere, G., Sotelo, F., Valena, J., Slavica, J. (2007). Mejoramiento lechero y el monitoreo reproductivo de los tambos uruguayos. Memorias en cd-Rom. *Congreso Holstein de las Américas* (Vol. IX, pp. 18-21). Colonia, Uruguay.
- Rude, R.K. (1998). Magnesium deficiency: a cause of heterogeneous disease in humans. *J. Bone Miner. Res.* 13(4), 749-758.
- Sánchez, J.M. (2000). Hipomagnesemia. Un desbalance metabólico subestimado en la producción de ganado lechero en Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical. Universidad de Costa Rica.* 6(1), 75-95.
- Schild, C.O., Caffarena, R.D., Gil, A., Sánchez, J., Riet-Correa, F., Giannitti, F. (2020). A survey of management practices that influence calf welfare and an estimation of the annual calf mortality risk in pastured dairy herds in Uruguay. *J. Dairy Sci.* 103(10), 9418-9429.
- Schlottau, K., Schulze, C., Bilk, S., Hanke, D., Höper, D., Beer, M., Hoffmann, B. (2016). Detection of a novel bovine astrovirus in a cow with encephalitis. *Transbound. Emerg. Dis.* 63(3), 253–259.
- Schonewille, J., Everts, H., Jittakhot, S., Beynen, A.C. (2008). Quantitative prediction of magnesium absorption in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91(1), 271-278.
- Schuster, J.C., Barkema, H.W., De Vries, A., Kelton, D.F., Orsel, K. (2020). Invited review: Academic and applied approach to evaluating longevity in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 103(12), 11008-24.
- Seegers, H., Beaudeau, F., Fourichon, C., Bareille, N. (1998). Reasons for culling in French Holstein cows. *Prev. Vet. Med.* 36(4), 257-271.
- Selimovic-Hamza, S., Boujon, C.L., Hilbe, M., Oevermann, A., Seuberlich, T. (2017). Frequency and pathological phenotype of bovine astrovirus CH13/NeuroS1 infection in neurologically-diseased cattle: towards assessment of causality. *Viruses.* 9(1), 12.
- Selimovic-Hamza, S., Bouzalas, I.G., Vandeveld, M., Oevermann, A., Seuberlich, T. (2016). Detection of astrovirus in historical cases of European sporadic bovine encephalitis, Switzerland 1958-1976. *Front. Vet. Sci.* 3(91), 1-8.
- Shahid, M.Q., Reneau, J.K., Chester-Jones, H., Chebel, R.C., Endres, M.I. (2015). Cow- and herd-level risk factors for on-farm mortality in Midwest US dairy herds. *J. Dairy Sci.* 98(7), 4401-4413.
- Sharun, K., Dhama, K., Tiwari, R., Gugjoo, M.B., Yatoo, M.I., Patel, S.K., Pathak, M., Karthik, K., Khurana, S.K., Singh, R., Puvvala, B., Singh, A.R., Singh,

- K.P., Chaicumpa, W. (2021). Advances in therapeutic and managemental approaches of bovine mastitis: a comprehensive review. *Vet. Q.* 41(1), 107-136.
- Silva, L.A.F., Silva, E.B., Silva, L.M., Trindade, B.R., Silva, O.C., Romani, A.F., Fioravanti, M.C.S., Sousa, J.N., Franco, L.G., Garcia, A.M. (2004). Causas de descarte de fêmeas bovinas leiteiras adultas. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.* 5(1), 9-17.
- Silveira, C.S., Fraga, M., Giannitti, F., Macías-Rioseco, M., Riet-Correa, F. (2018). Diagnosis of bovine genital campylobacteriosis in South America. *Front. Vet. Sci.* 5, 321.
- Silveira, C.S., Fraga, M., Monesiglio, C., Delpiazzo, R., Macías-Rioseco, M., Giannitti, F., Riet-Correa, F. (2020). Detection of *Tritrichomonas foetus* by PCR in preputial smegma of bull in Uruguay. *Veterinaria Montev.* 56(213), e20205621307.
- Smith, J.W., Ely, L.O., Chapa, A.M. (2000). Effect of region, herd size, and milk production on reasons cows leave the herd. *J. Dairy Sci.* 83(12), 2980-2987.
- Smith, R.A., Edwards, W.C. (1988). Hypomagnesemic tetany of ruminants. *Vet. Clin. North Am., Food Anim. Pract.* 4(2), 365-377.
- Sol, J., Stelwagen, J., Dijkhuizen, A.A. (1984). A three years herd health and management program on thirty Dutch dairy farms. *Vet. Q.* 6(3), 149-157.
- Sotelo, F. (2013). Informe técnico. La vaca lechera promedio de los últimos cinco años. Quinquenio 2008–2012. Instituto Nacional para el Control y Mejoramiento Lechero Uruguayo. 1.
- Sotelo, F. (2018a). Informe técnico. La vaca lechera promedio de los últimos cinco años. Quinquenio 2013–2017. Instituto Nacional para el Control y Mejoramiento Lechero Uruguayo. 1-2.
- Sotelo, F. (2018b). Informe técnico. Duración de lactancias, causas y edades de descarte. Quinquenio 2013–2017. Instituto Nacional para el Control y Mejoramiento Lechero Uruguayo. 1-5.
- Stevenson, M.A., Lean, I.J. (1998a). Descriptive epidemiological study on culling and deaths in eight dairy herds. *Aust. Vet. J.* 76(7), 482-488.
- Stevenson, M.A., Lean, I.J. (1998b). Risk factors for culling and deaths in eight dairy herds. *Aust. Vet. J.* 76(7), 489–494.
- Stirling, S., Delaby, I., Mendoza, A., Fariña, S. (2021). Intensification strategies for temperate hot-summer grazing dairy systems in South America: Effects of feeding strategy and cow genotype. *J. Dairy Sci.* 104(12), 12647-12663.

- Storry, J.E., Rook, J.A.F. (1962). The magnesium nutrition of the dairy cow in relation to the development of hypomagnesaemia in the grazing animal. *J. Sci. Food Agric.* 13(12), 621-627.
- Suanes, A., Macchi, V., Fernández, F., Salaberry, X., Moreira, C., Gil, A. (2021). Características reproductivas, sanitarias y de manejo en establecimientos lecheros del Uruguay. *Veterinaria Montev.* 57(215), e20215721503.
- Thomsen, P.T., Houe, H. (2006). Dairy cow mortality. A review. *Vet. Q.* 28(4), 122-129.
- Thomsen, P.T., Houe, H. (2018). Cow mortality as an indicator of animal welfare in dairy herds. *Res. Vet. Sci.* 119, 239-243.
- Thomsen, P.T., Kjeldsen, A.M., Sorensen, J.T., Houe, H. (2004). Mortality (including euthanasia) among Danish dairy cows (1990-2001). *Prev. Vet. Med.* 62(1), 19-33.
- Thomsen, P.T., Dahl-Pedersen, k., Jensen, H.E. (2012). Necropsy as a means to gain additional information about causes of dairy cow deaths. *J. Dairy Sci.* 95(10), 5798-5803.
- Thrusfield, M. (2005). *Veterinary Epidemiology*. (3rd ed.). Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Tsiamadis, V., Banos, G., Panousis, N., Kritsepi-Konstantinou, M., Arsenos, G., Valergakis, G.E. (2016). Genetic parameters of subclinical macromineral disorders and major clinical diseases in postparturient Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 99(11), 1-14.
- Urdaz, J.H., Santos, J.E., Jardon, P., Overton, M.W. (2003). Importance of appropriate amounts of magnesium in rations for dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 222(11), 1518-1523.
- Uruguay. (2013, noviembre 18). Decreto N° 359/013: Establécese un sistema de calidad de leche a los efectos de determinar las exigencias mínimas y obligatorias para su posterior procesamiento. Disponible en: <<https://www.impo.com.uy/bases/decretos/359-2013>>. Acceso el 9 de agosto de 2021.
- Uruguay. (2016, diciembre 05). Decreto N° 382/016: Modificación al Decreto N° 359/013: Sistema Nacional de Calidad de Leche. Disponible en: <<https://www.impo.com.uy/bases/decretos/382-2016/5>> Acceso el 13 de agosto de 2021.
- Uruguay. (2017, junio 26). Resolución N° 241/017: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Servicios Ganaderos. Listado de Enfermedades de Notificación obligatoria. Disponible en: <<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura->

pesca/institucional/normativa/resolucion-n-241017-dgsg-listado-enfermedades-animales-notificacion>. Acceso el 10 de agosto de 2021.

- Van Hulzen, K.J., Sprong, R.C., van der Meer, R., van Arendonk, J.A. (2009). Genetic and nongenetic variation in concentration of selenium, calcium, potassium, zinc, magnesium, and phosphorus in milk of Dutch Holstein-Friesian cows. *J. Dairy Sci.* 92(11), 5754-5759.
- Van Mosel, M., Van't Klooster, A.T., Wouterse, H.S. (1991). Effects of a deficient magnesium supply during the dry period on bone turnover of dairy cows at parturition. *Vet. Q.* 13(4), 199-208.
- Van Netten, P., Perales, I., van de Moosdijk, A., Curtis, G.D., Mossel, D.A. (1989). Liquid and solid selective differential media for the detection and enumeration of *L. monocytogenes* and other *Listeria* spp. *Int. J. Food Microbiol.* 8(4), 299-317.
- VanRaden, P.M., Klaaskate, E.J.H. (1993). Genetic evaluation of length of productive life including predicted longevity of live cows. *J. Dairy Sci.* 76(9), 2758-2764.
- Vermunt, J.J. (2006). Reflections on prevention and control of bovine lameness in australasian pasture-based systems. In: *International Symposium & Conference on Lameness in Ruminants*, 11, noviembre, Colonia, Uruguay. Disponible en: <https://www.produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/patologias_pezunas/31-Monte.pdf>. Acceso 10 de marzo de 2022.
- Vitali, A., Segnalini, M., Bertocchi, L., Bernabucci, U., Nardone, A., Lacetera, N. (2009). Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperature-humidity index in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92(8), 3781-3790.
- Von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M. (2017). A 100-Year Review: Animal welfare in the Journal of Dairy Science-The first 100 years. *J. Dairy Sci.* 100(12), 10432-10444.
- Vredenberg, I., Han, R., Mourits, M., Hogeveen, H., Steeneveld, W. (2021). An empirical analysis on the longevity of dairy cows in relation to economic herd performance. *Front. Vet. Sci.* 8, 646672.
- Walsh, S.W., William, E.J., Evans, A.C.O. (2011). A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 123(3-4), 127-138.
- Washburn, S.P., White, S.L., Green, J.T., Benson, G.A. (2002). Reproduction, mastitis, and body condition of seasonally calved Holstein and Jersey cows in confinement or pasture systems. *J. Dairy Sci.* 85(1), 105-111.
- Watson, E.N., David, G.P, Cook, A.J.C. (2008). Review of diagnostic laboratory submissions of adult cattle 'found dead' in England and Wales in 2004. *Vet. Rec.* 163(18), 531-535.

- Weigel, K.A., Palmer, R.W., Caraviello, D.Z. (2003). Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. *J. Dairy Sci.* 86(4), 1482-1486.
- Whitaker, D.A., Kelly, J.M., Smith, S. (2000). Disposal and disease rates in 340 British dairy herds. *Vet. Rec.* 146(13), 363-367.
- Whitaker, D.A., Macrae, A.I., Burrough, E. (2004). Disposal and disease rates in British dairy herds between April 1998 and March 2002. *Vet. Rec.* 155(2), 43-47.
- Wilcox, G.E., Hoff, J.E. (1974). Grass Tetany: An hypothesis concerning its relationship with ammonium nutrition of spring grasses. *J. Dairy Sci.* 57(9), 1085-1089.
- Wildi, N., Seuberlich, T. (2021). Neurotropic astroviruses in animals. *Viruses.* 13(7), 1201.
- Wilkinson, J.M., Lee, M.R.F., Rivero, M.J., Chamberlain, A.T. (2020). Some challenges and opportunities for grazing dairy cows on temperate pastures. *Grass Forage Sci.* 75(1), 1-17.
- Wiltbank, M.C., Baez, G.M., García-Guerra, A., Toledo, M.Z., Monteiro, P.L., Melo, L.F., Ochoa, J.C., Santos, J.E., Sartori, R. (2016). Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows. *Theriogenology.* 86(1), 239-53.
- Workie, Z.W., Gibson, J.P., van der Werf, J.H.J. (2021). Analysis of culling reasons and age at culling in Australian dairy cattle. *Anim. Prod. Sci.* 61(7), 680-689.
- World Organization for Animal Health. (2019). *Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals.* (8th ed.) World Organization for Animal Health, Paris, France. [Online] Disponible en: <<https://www.oie.int/standard-setting/terrestrialmanual/>> access-online/ Consultado el 13 de julio de 2020.
- Zaccaria, G., Lorusso, A., Hierweger, M.M., Malatesta, D., Defourny, S.V., Ruggeri, F., Cammà, C., Ricci, P., Domenico, M.D., Rinaldi, A., Decaro, N., D'Alterio, N., Petrini, A., Seuberlich, T., Marcacci, M. (2020). Detection of astrovirus in a cow with neurological signs by nanopore technology, Italy. *Viruses,* 12(5), 530.
- Zarantonelli, L., Suanes, A., Meny, P., Buroni, F., Nieves, C., Salaberry, X., Briano, C., Ashfield, N., Silveira, C.S., Dutra, F., Easton, C., Fraga, M., Giannitti, F., Hamond, C., Macías-Rioseco, M., Menéndez, C., Mortola, A., Picardeau, M., Quintero, J., Ríos, C., Rodríguez, V., Romero, A., Varela, G., Rivero, R., Schelotto, F., Riet-correa, F., Buschiazzo, A. (2018). Isolation of pathogenic *Leptospira* strains from naturally infected cattle in Uruguay reveals high serovar diversity, and uncovers a relevant risk for human leptospirosis. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 12(9), e0006694.

Zelal, A. (2017). Hypomagnesemia tetany in cattle. *J. Adv. Dairy Res.* 5(2), 1-9.

Zhang, H., Wang, Y., Chang, Y., Luo, H., Brito, L.F., Dong, Y., Shi, R., Wang, Y., Dong, G., Liu, L. (2019). Mortality-culling rates of dairy calves and replacement heifers and its risk factors in Holstein cattle. *Animals.* 9(10), 730.

Zheng, J., Mao, X., Ling, J., Chen, C., Zhang, W. (2016). Role of magnesium transporter subtype 1 (MagT1) in the osteogenic differentiation of rat bone marrow stem cells. *Biol. Trace Elem. Res.* 171(1), 131-137.

13. ANEXOS

13.1. ANEXO 1:

CUESTIONARIO PARA COLECTAR DATOS GENERALES DEL RODEO, IDENTIFICAR CÓMO REGISTRAN LOS DESCARTES Y LAS CATEGORÍAS DE DESCARTES DE VACAS

Código Tambo: # _____ Año _____		Consecutivo _____	
UdelaR	INIA LA ESTANZUELA		FACULTAD DE VETERINARIA
Encuesta proyecto	ENCUESTA DATOS GENERALES DEL PREDIO		Descartes
Proyecto de investigación: Causas y tasas anuales de descarte de vacas en rodeos lecheros de Uruguay			
A. IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO Y CONTACTOS			
Fecha de encuesta	Método aplicación: Presencial	Internet	WhatsApp
DICOSE N°:	Nombre del predio:		Extensión- ha
Georreferenciación Latitud:			Longitud:
Departamento:		Municipio o ciudad:	
Localidad o paraje:		Sección policial:	
Nombre del contacto	Cargo	Teléfono	E-mail
Observaciones:			
B. CARACTERÍSTICAS DEL TAMBO			
Población total	VM	VO	VS Vqs
Vida productiva-m	N° Partos	N° lactancias	Longevidad-edad promedio vacas-m
Producción total en la vida productiva en L o kg			Porcentaje anual de reemplazos
C. DESCARTE DE VACAS LECHERAS			
Nota: para las respuestas se usará un ✓			
1-¿Qué sistema usa para registrar las VM que salen del <i>tambo o sistema productivo</i> ? a-planillas físicas (cuaderno/papel) b-planillas digitales (en Excel o similar) c-software ganadero, ¿cuál? _____ d-ningún sistema e-otro, ¿cuál?		2-¿El sistema de registro de salidas tiene predefinidos los tres posibles destinos (ventas para lechería, faena (frigorífico) y mortalidad) cuando la vaca es marcada para salir del <i>tambo o sistema productivo</i> ? Si () No ()	
3-De acuerdo con la anterior respuesta, ¿Cuáles destinos predefinidos usa en el sistema para registrar las vacas que salen del <i>tambo o sistema productivo</i> ? a-ventas para lechería, faena (frigorífico) y		4-¿El sistema de registro tiene un espacio independiente para registrar las vacas que salen del tambo por mortalidad, venta para lechería y venta para faena (frigorífico)? Si () No ()	

mortalidad b-mortalidad y ventas d-otra, ¿cuál?_____	
5-¿Cómo denomina a las vacas que salen del <i>tambo o sistema productivo</i> ? a-bajas b-descartes c-salidas d-eliminadas e-otro, ¿cuál?_____	6-¿Existe una planilla predefinida con las categorías de las causas para registrar a las vacas marcadas para salir del <i>tambo o sistema productivo</i> con destino faena (frigorífico) ? Si () No ()
7-Si la anterior respuesta es SI, ¿existe coincidencia en el registro de las causas de salida con destino faena (frigorífico), si estas son consignadas por personas diferentes? Si () No ()	8-¿El esquema de registro de las salidas de las vacas del <i>tambo</i> o del <i>sistema productivo</i> es sencillo de diligenciar? Si () No ()
9-¿Este esquema es fácil de evaluar?, ¿permite identificar y calcular rápidamente las causas de las salidas de las vacas del <i>tambo</i> o del <i>sistema productivo</i> ? Si () No ()	10-La información de salida del <i>tambo</i> o del <i>sistema productivo</i> se actualiza: a-diariamente b-semanalmente c-mensualmente d-otro periodo, ¿Cuál?
11-El rango de las VM que salieron del <i>tambo</i> o del <i>sistema productivo</i> de enero-diciembre 2018, fue de: a-0-19 b-20-49 c-50-79 d-80-109 e-110-150 f-otro, ¿cuál?	12-El rango del destino faena (frigorífico) de las VM del <i>tambo</i> , de enero-diciembre 2018 fue de: a-0-14 b-15-29 c-30-59 d-60-99 e-100-120 f-otro, ¿cuál?
13-El rango de la mortalidad de las VM del <i>tambo</i> , de enero-diciembre 2018, fue de a-0-3 b-4-10 c-11-18 d-19-30 e-27-36 f-otro, ¿Cuál?	14-En el sistema de registro, ¿las causas de descartes son categorizadas/agrupadas? Si () No ()
15-Si la respuesta del numeral anterior, fue si, ¿cómo las categoriza/agrupa? (indique las categorías usadas)	
Mastitis Si () No ()	Rengas Si () No ()

Problemas reproductivos	Si () No ()	Baja producción sin enfermedad	Si () No ()
Ubre desprendida.	Si () No ()	Mancas	Si () No ()
Problema de conformación de ubre y patas		Vaca caída trauma	Si () No ()
Si () No ()			
Vaca dura	Si () No ()	Enferma	Si () No ()
Vacas viejas (edad)	Si () No ()	Trauma	Si () No ()
Producción	Si () No ()	Tumor	Si () No ()
Ubre	Si () No ()	Causas desconocidas	Si () No ()
Ligamento	Si () No ()	Ahogada en el vallado	Si () No ()
Tumor de vulva	Si () No ()	Inflamación de rodilla	Si () No ()
Recuento de células somáticas	Si () No ()	Repetidora	Si () No ()
Muerta	Si () No ()	Machorra	Si () No ()
Ubre grande deforme	Si () No ()	Fundida mucha leche	Si () No ()
Vaca descarte	Si () No ()	Vaca sin categorizar	Si () No ()
Vacía y seca	Si () No ()	Jodida	Si () No ()
Colgada	Si () No ()	Distocia	Si () No ()
<i>Staphylococcus aureus</i>	Si () No ()	Vaca seca se pudrió	Si () No ()
Cáncer de ojo	Si () No ()	Aborto	Si () No ()
Enferma seguido	Si () No ()	Nerviosa	Si () No ()
Pata jodida	Si () No ()	Fea no servía	Si () No ()
Hígado graso	Si () No ()	Actinomicosis	Si () No ()
Desbolillada	Si () No ()	Golpeada	Si () No ()
Hematoma	Si () No ()	Desbalance energético	Si () No ()
Quebrada	Si () No ()	Metabólico	Si () No ()
Accidente de tránsito	Si () No ()	Intoxicación	Si () No ()
Rifle sanitario	Si () No ()	Consumo	Si () No ()
Flaca	Si () No ()	Diarrea	Si () No ()
Vaca atracada al parto	Si () No ()	Leucosis	Si () No ()
Acidosis	Si () No ()	Desnutrición	Si () No ()
Problemas podales	Si () No ()	Hipocalcemia	Si () No ()
Faena	Si () No ()	Meteorismo	Si () No ()
Sanitario	Si () No ()	Otros	Si () No ()
Lengua de palo	Si () No ()	Brava	Si () No ()
Podrida	Si () No ()	Jodida cadera	Si () No ()
Eliminada	Si () No ()	Frigorífico	Si () No ()
Sin registro alguno	Si () No ()	Intoxicación alimentaria	Si () No ()
Mancha	Si () No ()	Actinobacilosis	Si () No ()
Paratuberculosis	Si () No ()	Respiratoria	Si () No ()
Venta	Si () No ()	Matadero	Si () No ()
Vacía	Si () No ()	Mastitera	Si () No ()
Ahogada en la cañada	Si () No ()	Ahorcada	Si () No ()
Muerta en el aro	Si () No ()	Enterrada	Si () No ()
Se aprovechó	Si () No ()	Indócil	Si () No ()
Muerte fulminante	Si () No ()	No se paraba	Si () No ()
Meteorismo	Si () No ()	Otros, ¿cuáles?	Si () No ()
Anexa el esquema de descarte que emplea en el predio Si () No ()			
Observaciones:			

13.2. ANEXO 2:

PLANILLA PARA COLECTAR EL INVENTARIO DE VACAS MASA Y REEMPLAZOS

Caravana	Fecha nacimiento	Fecha primer parto	Fecha último parto	No. partos	No. Lactancias	DIM o DEL	DEL día visita inventario	Fecha inventario	Etapa producción	Fecha visita

13.3. ANEXO 3:

FICHA INDIVIDUAL DE DESCARTE Y DATOS PRODUCTIVOS

Caravana	Fecha visita	Fecha marcada descarte	Estatus el día de marcada descarte VO (DEL) o VS	Última causa descarte (?) - causa histórica	Fecha descarte	Fecha último parto	Producción total vida útil	DEL total vida útil	Grasa %	Proteína %	Observaciones

13.4. ANEXO 4:

PLANILLA PARA REGISTRO DE COJERAS

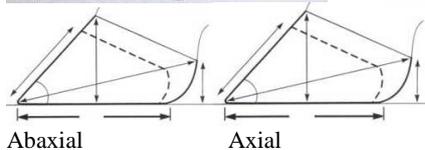
Fecha visita ___/___/___ Descarte del mes _____ Tambo #___ Nombre _____ Consecutivo _____											
UdelaR			INIA LA ESTANZUELA				FACULTAD DE VETERINARIA				
Planilla proyecto			FICHA INDIVIDUAL DE DESCARTE DE LAS VACAS LECHERAS				Descartes				
Proyecto de investigación: Causas y tasas anuales de descarte de vacas en rodeos lecheros de Uruguay											
IDENTIFICACIÓN E ÍNDICES HISTÓRICOS											
Caravana			Fecha marcada para descarte						Fecha de descarte		
Estatus productivo (día de marcada para descarte VO o VS)							Días en leche (DEL) de las VO el día de marcada				
Fecha de nacimiento				Fecha de primer parto				Fecha del último parto			
#-partos		n-igual # partos			# lactancias 305-d			n-igual # lactancias			
Etapa lactancia											
<100-d		n-igual <100-d		100-200-d		n-igual 100-200-d		>200-d		n-igual >200-d	
Historial productivo											
Promedio lactancia 305 días en L						Número lactancias de 305 días					
Producción total en la vida productiva en L						DEL totales en la vida productiva					
Observaciones											

CLASIFICACIÓN POR CATEGORÍA						
Nota: para la respuesta se usará en el respectivo cuadro un ✓						
Destino	Categoría de causas	Última	Historial			
			Parto #1	Parto #2	Parto #3	Otro, ¿cuál?
1-venta para faena	Cojeras					
	Problemas reproductivos					
	Problemas de la ubre					
	Otras enfermedades					
	Baja producción					
2-muerte		La causa reportada por el veterinario del establecimiento, ¿cuál?				
3-venta para lechería		No aplica				
Observaciones						

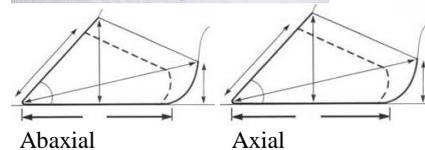
CLASIFICACIÓN INDIVIDUAL
Favor identificar la(s) causa (s) individual (es) y luego consignarla en la respectiva categoría del cuadro anterior

COJERAS	
Anamnesis (descarte) y hallazgos clínicos	
Diagnóstico	
Trauma	Úlcera de la suela (pododermatitis circunscrita)
Callo (hiperplasia) interdigital	Flemón coronario (foot rot)
Laminitis (pododermatitis aséptica difusa)	Dermatitis interdigital
Pododermatitis séptica difusa	Dermatitis digital
Enfermedad de la línea blanca	Otra ¿Cuál?
Observaciones	

Ubicación de la lesión en la pezuña:
Anterior Izquierda

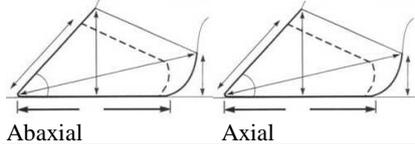


Anterior Derecha





Posterior Izquierda

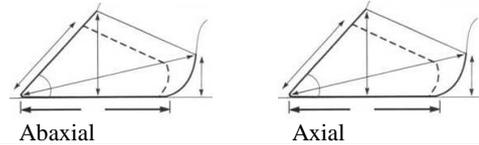


Abaxial

Axial



Posterior derecha



Abaxial

Axial

PROBLEMAS REPRODUCTIVOS

Anamnesis (descarte) y hallazgos clínicos

Diagnóstico

Falla en la concepción		Metritis	
Aborto		Endometritis	
Anestro		Retención de placenta	
Observaciones			

PROBLEMAS DE LA UBRE

Diagnóstico

Mastitis		Defectos de conformación de la ubre	
Observaciones			

OTRAS ENFERMEDADES

Diagnóstico

Diagnóstico clínico presuntivo del veterinario o sistema afectado, ¿Cuál?			
Observaciones			

BAJA PRODUCCIÓN

Diagnóstico

Fin de la vida útil (vacas viejas)		Vacas 1 o 2-parto sin enfermedad (vacas que no llegaron al final de la vida útil)	
Observaciones			

COMPORTAMIENTO Y TIPO

Diagnóstico

Comportamiento (agresivo o manso)		Defectos de conformación general	
Observaciones			

MUERTE

Diagnóstico, ¿cuál?	
Observaciones	

VENTA PARA LECHERÍA

Observaciones

13.5. ANEXO 5:

PLATAFORMA DE INVESTIGACIÓN EN SALUD ANIMAL FORMATO DE RECEPCIÓN DE CASUÍSTICA

FICHA N°: _____

FECHA: ____/____/____

RECIBE: _____

MOTIVO DEL LLAMADO/ PROBLEMA			
POSIBLE DIAGNÓSTICO:			
CATEGORÍA/GRUPO ETARIO	N° A. EN RIESGO	N° A. ENFERMOS	N° A. MUERTOS

INFORMACIÓN BÁSICA			
NOMBRE DEL PREDIO		DEPARTAMENTO	DICOSE
PARAJE	GEORREFERENCIACIÓN	ACTIVIDAD	S. POLICIAL
VETERINARIO (A)	TELÉFONO	E-MAIL	
PROPIETARIO	TELÉFONO	E-MAIL	

INFORMACIÓN DEL CASO										
Tipo de solicitud										
DIAGNÓSTICO	<input type="checkbox"/>	ANÁLISIS	<input type="checkbox"/>	INVESTIGACIÓN	<input type="checkbox"/>					
TIPO DE MUESTRA:		CANTIDAD:	#							
ESPECIE	RAZA		SEXO	EDAD	CARAVANA					
TOTAL ANIMALES:		V. MASA:		V. LACTANDO		PARICIÓN CONTINUA <input type="checkbox"/> ESTACIONAL <input type="checkbox"/>				
SERVICIO POR IA	<input type="checkbox"/>	SERVICIO POR MONTA NATURAL		<input type="checkbox"/>	OTRO TIPO DE SERVICIO					<input type="checkbox"/>
Vaca										
LECHE	<input type="checkbox"/>	CARNE	<input type="checkbox"/>	FECHA ÚLTIMO PARTO	././	LACTANDO	<input type="checkbox"/>	DEL:	SECA	<input type="checkbox"/>
EDAD GESTACIONAL:		PROD. PROMEDIO:		ABORTOS						
Terneras (os)										
HIJA (O): VAQUILLONA	<input type="checkbox"/>	MULTIPARA	<input type="checkbox"/>	TIPO DE GUACHERA:						
CALOSTRADO	CANTIDAD:		MÉTODO:		DENSIDAD (% / mmHg):					
MÉTODO DE ALIMENTACIÓN		CANTIDAD:								
Información complementaria:										

HISTORIA/ANAMNESIS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Alimentación o dieta, suplementos minerales, cantidad por animal o lote, bebederos. 2. Manejo de potreros (fertilización: productos y cantidad). 3. Otros animales que conviven en el predio. 4. Plan sanitario, vacunas (nombre comercial o contra qué). 5. Plan de control de parásitos (vermífugos). 6. Ingreso de animales nuevos. 7. Prácticas de manejo recientes de animales, potreros o aguas.

8. Diagnósticos previos de patologías, parasitología, laboratorios o serologías. 9. Históricos de mortalidad o enfermedad similar. 10. Otros.
SIGNOS CLÍNICOS
1. Periodo de tiempo en el que ocurrió la enfermedad o mortalidad (Fecha de inicio, evolución). 2. Signos clínicos. 3. Tratamientos y evolución.
OBSERVACIONES
Nº de muestras, identificación, estado, etc.

Tejidos formolados: Guardar Si___ No___. Si la respuesta es “SI” ¿cuáles tejidos guardar?_____ y por qué razón?_____.

13.6. ANEXO 6:

Publicaciones:

Hipomagnesemia en ganado lechero en Uruguay: este trabajo fue publicado en la revista *Pesquisa Veterinária Brasileira*: Disponible online: <<https://dx.doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-6215>>.

Encefalitis asociada a astrovirus bovino neurotrópico, ¿una enfermedad subdiagnosticada en Sudamérica?: este trabajo fue publicado en la *Revista Argentina Microbiología*. In press. Disponible online:<DOI: [10.1016/j.ram.2021.01.006](https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.01.006)>.

Clasificación y criterios de descarte de vacas lecheras: este trabajo fue publicado en la *Revista del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Serie Actividades de Difusión no. 795*. Disponible online: <<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/14745/1/SAD795-p.1-6-Doncel.pdf>>