



LII JORNADAS URUGUAYAS **BUIATRIA**

DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY

12 Y 13 DE JUNIO / 2025



(ISSN 1688-6674)

ORGANIZA:

Centro Médico Veterinario de Paysandú
Filial de la Sociedad de Medicina
Veterinaria del Uruguay
Sociedad Uruguaya de Buiatría

ORGANIZAN
CENTRO MÉDICO VETERINARIO DE PAYSANDÚ
Filial de la Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay
SOCIEDAD URUGUAYA DE BUIATRÍA

AUSPICIAN



JUNTA DEPARTAMENTAL DE
PAYSANDÚ



**Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca**



UruguayNatural
Ministerio de Turismo



**UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY**

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente:	Dra. Gloria Arnaud
Secretaria:	Dra. Magdalena Filgueira
Tesorera:	Dra. Sofía Vanzini
Vocales:	Dra. Lourdes Adrien Dr. Alberto Casal Dr. Rafael Delpiaggio Dra. Carmela Dos Santos Dra. Victoria Elizondo Dr. Edgardo Gianneechini Dra. Carolina Griffin Dra. Victoria Pons Dr. Emiliano Rivas Dra. Daniela Vener

Secretaría de Prensa: Sr. Pablo Blanc

**COMISIÓN DIRECTIVA CENTRO MÉDICO
VETERINARIO DE PAYSANDÚ**

titulares:

Presidente:	Dra. Carmela Dos Santos
Vicepresidente:	Dr. Leonardo Franco
Secretario:	Dr. Serafín Ceriani
Tesorera:	Dra. Lourdes Adrien
Vocal:	Dr. Juan Franco

Suplentes

Dra. Gabriela Delgado
Dr. José Larrosa
Dr. Alberto Casal
Dra. Virginia Gamundi
Dra. Romina De Benedetti

IR AL ÍNDICE



 Boehringer
Ingelheim

 Codenor
s.a.

 **CRÍA**
Servicio Integrado de
Reproducción Animal

 GUÍA VET.uy

 LABBIO
LABORATORIO CLÍNICO VETERINARIO

 **MSD**
Salud Animal

 **torrevieja**

 **VETERINARIA
FRASCHINI**

 **zoetis**



 **Jorid**
TECNOLOGÍA A MEDIDA

 **CALIER**

 **COLAVECO**

 LA SALUD DE LOS ANIMALES PARA LA SALUD DEL HOMBRE
FATRO

 **HEREFORD
URUGUAY**
CRIADORES DESDE 1864

 **MedicalVet**
IMPORTADOR EQUIPOS MÉDICOS Y VETERINARIOS

 **Richmond**
Vet Pharma

 **Biogénesis
Bagó**

 **cibeles**
Confianza que genera Resultados

 **COPAGRAN**
COOPERATIVA AGRARIA NACIONAL

 **GRAN HOTEL
PAYSANDÚ**

 **König**

 **LABORATORIOS
MICROSULES**

 **TECNOVAXX**
ciencia que protege

 **universal lab Itda.**
lo nuevo con respaldo.

 **VETERINARIA
BORGAGARAY** V.G. LTDA.

 **Virbac**

 **Veterinaria
VOLPE**

Centro Médico Veterinario Paysandú

Uruguay 1189

098 306 294

472 25709

cmvpdu@adinet.com.uy

centromedicoveterinariopaysandu.com

Paysandú, Uruguay

DESCUBRA EL EFECTO **FOSFOSAN**



- **Más peso**
- **Más fertilidad**
- **Más rentabilidad**





Virbac

Tu rodeo protegido
cada día,
año tras año.



BOVISAN TOTAL Se

GARANTICE LA REPRODUCCIÓN DE SU RODEO



Virbac
BOVISAN TOTAL Se
VACUNA PARA LA PREVENCIÓN DE LA RINOTRAQUEÍTIS INFECCIOSA BOVINA, DIARREA VIRAL BOVINA, LEPTOSPIROSIS Y CAMPYLOBACTERIOSIS DE LOS BOVINOS
Con Selenio como mejorador de la respuesta inmune
Contenido 250 ml.
50 DOSIS

- Incluye Leptospira Hardjo bovis y BVD tipo 2 + selenio
- Evita abortos
- Contiene 15 antígenos



uy.virbac.com | f   

PUBLICACIÓN REALIZADA POR EL CENTRO MÉDICO VETERINARIO DE PAYSANDÚ:
ISSN 1688-6674

Diseño Gráfico: Alejandro Luaces
Impresión: Imprenta El Faro, Paysandú, Uruguay
Depósito Legal Nº (364356)
Gracias a la colaboración de Virbac Uruguay

Declarado de Interés Nacional por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
Declarado de Interés Ministerial por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
Declarado de Interés Turístico por el Ministerio de Turismo
Declarado de Interés Departamental por la Junta Departamental de Paysandú

Se declara la ciudad de Paysandú “Capital Nacional de la Buiatría”

Ley N°20282 del 5 de junio del 2024

COMITÉ DE ARBITRAJE:

Dr. Mizael Machado
Dr. Julio Olivera
Dra. Lourdes Adrien
Dra. Stephanie Lara
Dra. Caroline da Silva
Dr. Danilo Fila
Dr. Jorge Gil
Dr. German Antúnez

Dra. Lucía Grille
Dra. María Victoria Pons
Dr. Serafín Ceriani
Dra. Carolina Matto
Dr. Pablo Vispo
Dra. Laurena de Brun
Dra. Isabel Vázquez
Dr. Víctor Rodriguez

ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE BUIATRÍA

Presidente: Dr. Francisco Lanuza
Osorno-Chile
E-mail: franciscolanuza@gmail.com

SOCIEDAD DE MEDICINA VETERINARIA DEL URUGUAY

Presidente: Dr. Daniel Gilardoni
Cerro Largo 1895- C.P.11.200
Montevideo – Uruguay
E-mail: smvu@smvu.com.uy

SOCIEDAD URUGUAYA DE BUIATRÍA

Presidente: Dr. Rodolfo Rivero
Uruguay 1189- C.P. 60.000
Paysandú – Uruguay
E-mail: rodolforiverogarcia@gmail.com



CENTRO MÉDICO VETERINARIO DE PAYSANDÚ

Presidente: Dra. Carmela Dos Santos
Uruguay 1189- C.P. 60.000
Paysandú – Uruguay
E-mail: cmvpdu@adinet.com.uy

SECRETARÍA

Sra. Virginia Bazel
Sra. Romina Trujillo

GESTIÓN COMERCIAL

Dra. Daniela Vener

EDITORES RESPONSABLES

Dra. Lourdes Adrien
Dra. Victoria Elizondo
Dra. Victoria Pons

TRADUCCIÓN

Dr. Jorge Moraes
Dra. Tatiana Saporiti

EL CENTRO MÉDICO VETERINARIO AGRADECE A SUS COLABORADORES: ORGANISMOS OFICIALES Y PARAESTATALES



ARGENTINA

Dr. Santiago Nava, Laboratorio de Inmunología y Parasitología, Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (IDICAL, INTA-CONICET), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina. Mail: nava.santiago@inta.gub.ar

M.V. Fernando Wolfgang Fader. Laboratorio experimental del SENASA, Corrientes, Argentina. Espacio contratado MSD.

BRASIL

Dr. Gustavo Decuadros-Hansen (PhD). Executive Marketing Director Biogenesis Bago. Curitiba, Estado de Paraná, Brasil. Espacio Contratado Biogénesis Bago.

CHILE

Dra. Ana Velasquez Muñoz (PhD), Profesor Asistente en la Universidad Católica de Temuco, Chile. Mail: ana.velasquez@ucp.cl

ESPAÑA

Lic. en Veterinaria Joaquin Ranz Vallejo, Director de la Clínica veterinaria Vet-Rumen. Presidente de AN-EMBE. Docente de reproducción y patología animal y ponente habitual en cursos y congresos en España y Argentina. Mail: jranz@ucm.es

ESTADOS UNIDOS

Dr. Ky Pohler (PhD). Associate Professor, Physiology of Reproduction, Department of Animal Science, Texas A&M University, Estados Unidos. Mail: ky.pohler@ag.tamu.edu

Dra. Leonor Sicalo (PhD). Department of Infectious Diseases, University of Georgia, Estados Unidos. Mail: sicalo.leonor@uga.edu

URUGUAY

Dra. Lourdes Adrien (PhD). Departamento de Ciencias Veterinarias y Agrarias, Profesora Agregada, Medicina de Rumiantes, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. Mail: lourdesadrien@gmail.com

Ing. Electricista. Alfredo Arnaud (PhD). Departamento de Ingeniería. Universidad Católica del Uruguay, Uruguay. Mail: alfrarnaud@gmail.com

Ing. Agr. Eduardo Blasina. Blasina y Asociados. Mail: eduardo.blasina@gmail.com

Dra. Adriana Drocco (MSc), Directora técnica de Virbac y **Dr. Bruno Lima (MBA)**, Gerente técnico de Virbac. Espacio contratado Virbac.

Dr. Fernando Dutra (PhD), Laboratorio Regional Este de Diagnóstico. DILAVE, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Uruguay. Mail: fdutraquintela@gmail.com

Dr. Juan Pablo Franco. Gerente de Operaciones - Marfrig Uruguay.

Dra. Carolina Matto (PhD), Laboratorio Regional Noroeste de Diagnóstico. DILAVE, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Uruguay. Mail: cmatto@mgap.gub.uy

Dr. Alejo Menchaca (PhD). Director de la Plataforma de Salud Animal del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay. Mail: amenchaca@inia.org.uy

Zootecnista Gabriel Menegazzi (MSc), Asistente en el Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. Mail: gmenegazzi@fagro.edu.uy

Dr. Fernando Nan, Veterinario de Libre Ejercicio. Mail: fnanmonte@gmail.com

Dr. Julio Olivera (PhD). Departamento de Ciencias Veterinarias y Agrarias, Profesora Agregada, Medicina de Rumiantes, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. Mail: joliveramuz@gmail.com

Ing. Agr. Álvaro Simeone (PhD), Profesor Agregado, Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. Mail: simeone@fagro.edu.uy

Dr. Gonzalo Suárez (PhD), Profesor Titular de la Universidad de Farmacología y Terapéutica en el Departamento de Clínica y Hospital Veterinario de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República, Uruguay. Mail: suarezveirano@gmail.com

Disertantes

- 10** – PATOLOGÍA Y NICHO GEOGRÁFICO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL GANADO EN URUGUAY

Fernando Dutra Quintela

- 18** – EVALUACIÓN CLÍNICA DEL SISTEMA NERVIOSO EN RUMIANTES: TRATANDO DE HACER LAS COSAS FÁCILES

Maria de Lourdes Adrien Delgado

- 30** – LISTERIOSIS EN RUMIANTES EN URUGUAY: HECHOS Y MITOS TRAS 9 AÑOS DE ESTUDIO

Carolina Matto

- 37** – PUESTA AL DÍA SOBRE LA PÉRDIDA DE PREÑEZ EN BOVINOS DE CARNE

Odile Polanco, Ky G. Pohler

- 41** – PÉRDIDAS DE GESTACIÓN EN VACAS DE CRÍA EN URUGUAY: RESULTADOS PRELIMINARES DE LA INVESTIGACIÓN RECIENTE

A. Menchaca C. García Pintos F. Cuadro, R. Morales, F. Giannitti, M. Fraga, L. Casaux, L. Slimovich, C. da Silva Silveira, D. Caffarena, P. Parodi, M. Machado, C. Ciuffo, A. Rabaza, C. Pereyra, L. Zarantonelli, S. Echeverría, A. Cabrera, C. Robello, L. Maya, M. Castells, R. Colina, C.R. Queiroz-Machado, D. Campoy

- 50** – CAMA CALIENTE EN URUGUAY: BASES DEL FUNCIONAMIENTO Y ADOPCIÓN EN LOS SISTEMAS

Gabriel Menegazzi, Carolina Dorao, Pablo Chilibroste

- 61** – NUTRICIÓN LÁCTEA PARA OPTIMIZAR CRECIMIENTO Y EFICIENCIA PRODUCTIVA EN TERNERAS DE LECHERÍA

Ana Velásquez Muñoz

- 70** – USO DE DIETAS SIN FUENTES DE FIBRA LARGA EN ALIMENTACIÓN A CORRAL DE GANADO DE CARNE: VIABILIDAD NUTRICIONAL, RESULTADOS PRODUCTIVOS E IMPLICANCIAS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADEROS

Alvaro Simeone y Virginia Beretta

- 79** – ELECTRÓNICA PARA EL MONITOREO DE GANADO VACUNO

Alfredo Arnaud

- 85** – MEJORA DE RESULTADOS EN SISTEMAS DE PEQUEÑA Y MEDIANA ESCALA: EL EJEMPLO DE LA “UNIDAD DEMOSTRATIVA DE PRODUCCIÓN OVINA DE FACULTAD DE VETERINARIA EN LA EEMAC”

Julio Olivera-Muzante, Lourdes Adrien, Germán Antúnez-Tort, Gonzalo Oliveira, Rafael Delpiazzo, Jorge Gil, Victoria Pons, Mauro Minteguiaga, Felipe Casalás, Juan Franco y Gabriel Ciappessoni

- 95** – NUEVAS RESPUESTAS A VIEJAS PREGUNTAS EN EL CONTROL FARMACOLÓGICO DE LA GARRAPATA

Gonzalo Suárez

- 101** – INSTRUMENTOS PARA EL CONTROL DE LA GARRAPATA COMÚN DEL BOVINO *RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS* FRENTES AL DESAFÍO DE LA RESISTENCIA Y DE LOS REQUERIMIENTOS SOBRE RESIDUOS

Santiago Nava

- 104** – ESTRATEGIAS SUSTENTABLES PARA EL CONTROL DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES Y MANEJO DE LA RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA EN RUMIANTES

Leonor Sicalo Gianechini

111 – BLOQUEOS ANESTÉSICOS ABDOMINALES

Joaquín Ranz Vallejo

115 – COMPLICACIONES QUIRÚRGICAS EN LA CESÁREA E INCISIONES ABDOMINALES DEL VACUNO

Joaquín Ranz Vallejo

Posters

120 – INTOXICACIÓN HÍDRICA EN BOVINOS: DESCRIPCIÓN DE UN BROTE EN URUGUAY

Ana Corro, Carmen García y Santos, Mariana Perdomo, Santiago Sosa, Agustín Romero, Valentina Cabrera, Valentina Diaz, Magdalena Peralta, Fernando Dutra

124 – ANÁLISIS DE BACTERIAS PATÓGENAS Y RESIDUOS DE ANTIMICROBIANOS EN LECHE DE DESCARTE BOVINA BAJO LAS CONDICIONES DE MANEJO DE LAS LECHERÍAS EN EL SUR DE CHILE

Fernando Ulloa, Martina Penati, Eduardo García, Miguel Hernández-Agudelo, Carlos Tejeda, Pamela Steuer, María Filippa Addis, Armin Mella, Nivia Canales, Juan Pablo Soto and Miguel Salgado

127 – RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE UN PLAN DE CONTROL DE PIETÍN EN OVINOS SOBRE LA INCIDENCIA DE AFECCIONES PODALES Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS

Sergio Fierro, Alfonso Gago, Martín Fraga, José Ignacio Aguerre, José Francisco Ramos

130 – INDICADORES DE ESTRÉS POR CALOR EN BOVINOS PARA CARNE EN PASTOREO - REVISIÓN DE ALCANCE

Natalia Irari, Juan Clariget, Aline Cristina Sant'Anna, Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa, Javier Sanchez, Maria Eugenia Andriguetto Canozzi

133 – IMPACTO DEL ESTRÉS TÉRMICO EN LA RUMIA DE VACAS HOLSTEIN DURANTE EL VERANO 2024-2025 EN TAMBO ROBOTIZADO

Pablo Viretto, María Inés Stegmayer, Georgina Frossasco y Guillermo Toffoli

136 – BROTE DE DERMATITIS SEVERA EN OVINOS HAMPSHIRE DOWN DE ETIOLOGÍA INCIERTA

Stephanie Lara, Renzo Alza y Fiorella Scaglione

140 – EFECTO DEL ANÁLOGO DE GnRH Y LA DOSIS DE PGF2 α EN LA TASA DE PREÑEZ DE VAQUILLONAS BOS TAURUS SINCRONIZADAS CON UN PROTOCOLO BASADO EN GnRH Y 5 DÍAS DE P4

Federico Cuadro, Camila García Pintos, Richard Nuñez-Oliviera, Carol Abelenda, Fernando Fabini, Alejo Menchaca.

144 – CONDRODISTROFIA CONGÉNITA DE ORIGEN DESCONOCIDO: REPORTE DE DOS BROTES

Marcela Preliasco, Valentina Cabrera, Agustín Romero, Carolina Briano, Joaquín Armua, Florencia Pieruccioni, Beatriz Rodríguez, Justine Auscarriaga, Florencia Domínguez, Lorena Bonjour, Fernando Dutra

- 147** – **REPORTE DE CASO: ABSCESOS MÚLTIPLES EN CABEZA Y CUELLO DE UN CARNERO TEXEL POR BACTERIAS MULTIRESISTENTES**
- Stephanie Lara, Irene Benoit, Gabriela Rapetti, Sebastián Rossi, Leticia Diana, Elizabeth Lancaster, Laureana de Brun y Victoria Iribarne garay*
-
- 149** – **EVALUACIÓN CLÍNICA DE UNA AUTOVACUNA PARA LA PREVENCIÓN DE LA QUERATOCONJUNTIVITIS INFECCIOSA BOVINA**
- Sebastián Rossi, Sara Alvarez, Valentina Skuras, Eliana Rodríguez, José Betancurt, Laureana De Brun.*
-
- 152** – **TRANSMISIÓN VERTICAL DEL VIRUS DE LA LEUCOSIS BOVINA Y SU RELACIÓN CON LA CARGA VIRAL**
- Yisel Cuello, Abraham Noda, Bettina Rodriguez, Belén Coitiño, Valentina Skuras, Laureana De Brun*
-
- 155** – **DOS PROTOCOLOS DE IATF: RESULTADOS DE PREÑEZ, EFECTO DE LA CC Y CORRELACIÓN CON LA CALIDAD SEMINAL**
- Samira Zagía, Evelin Moncalvo, Victoria Ponsy Serafín Ceriani*
-
- 158** – **CASO COLECTIVO DE FIEBRE CATARRAL MALIGNA EN VACAS LECHERAS EN SAN JOSÉ, URUGUAY**
- Víctor Rodríguez; Emiliano Rivas; Marcos Schanzembach; Sergio González; Sirley Rodríguez; Raúl Negro; Edgardo Giannechini; Carolina Matto*
-
- 161** – **ESTUDIO RETROSPETIVO DE SEMEN BOVINO CRIOPRESERVADO EVALUADO EN EL LABORATORIO DE REPRODUCCIÓN ANIMAL “ALFREDO FERRARIS” DESDE EL AÑO 2019 AL 2024**
- María Victoria Pons, Gisella García, Micaela Rodano, Jorge Gil*
-

- 164** – **BROTE DE TÉTANOS EN TERNEROS ASOCIADO A CASTRACIÓN CON LIGADURA GOMA**
- Sabrina Pimentel, Marcela Preliasco, Ximena Salaverry, Fabiana Paula, Joaquín Armua, Florencia Pieruccioni, Pablo Lossery Fabiana López*
-
- 167** – **EFFECTO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE INDUCCIÓN DE CICLICIDAD CON PRIMING DE P4 EN VAQUILLONAS ANGUS PREPÚBERES**
- García Pintos, Camila, Cuadro, Federico, Gastal, Gustavo y Menchaca, Alejo*
-
- 170** – **RELACIÓN ENTRE PARÁMETROS DE CINÉTICA ESPERMÁTICA, OBTENIDOS POR SISTEMA DE EVALUACIÓN SEMINAL ASISTIDO POR COMPUTADORA (CASA), Y FERTILIDAD *IN VIVO* EN PROTOCOLOS DE IATF CON SEMEN BOVINO CRIOPRESERVADO**
- María Victoria Pons, Lucía Astore, Fabrizio Sarraute, Guillermo de Nava, Marcelo Corti, Eduardo Blanc, Jorge Gil*
-
- 173** – **PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LECHE DE VACAS HOLANDO EN SISTEMAS DE BASE PASTORIL CON ENSILAJE DE SORGO VS. HENILAJE DE PASTURA EN COMPARACIÓN CON UN SISTEMA ESTABULADO (100% DIETA MEZCLA)**
- Maximiliana Muniz, María Noel Méndez, Andrea Garay, Lucía Toledo, Esteban Krall, Melissa Romero, Santiago Jorcin, Edinson Bejerano, Ignacio Vieitez, Tomás López Pedemonte, Lucía Grille*
-
- 177** – **INTOXICACIÓN POR *Nierembergia calycina* EN UN CARNERO**
- Carlos Omar Schild; Agustín Furest; Pedro Saralegui; Mizael Machado; Marcela Preliasco; Carmen García y Santos; Franklin Riet-Correa*
-



Disertantes

[VOLVER AL INDICE](#)



PATOLOGÍA Y NICHO GEOGRÁFICO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL GANADO EN URUGUAY

Una visión basada en 50 años de registros diagnósticos

Fernando Dutra Quintela

DILAVE Miguel C Rubino, Laboratorio Regional de Treinta y Tres, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. fdutra@mgap.gub.uy

1 – Resumen

Este trabajo presenta un análisis geográfico de las principales enfermedades del ganado en Uruguay, basado en más de 50 años de registros diagnósticos del sistema SISRADD de DILAVE. Se demuestra que, contrariamente a la percepción de homogeneidad del paisaje uruguayo, las enfermedades tienen nichos ecológicos bien definidos asociados a factores ambientales, topográficos y productivos. Utilizando herramientas de análisis espacial, se identifican clústeres significativos de enfermedades como leptospirosis, hemoglobinuria bacilar, babesiosis, carbunco, intoxicación por *Perreyia flavipes* y *Cestrum parqui*. Cada una de estas patologías se asocia a un paisaje específico (llanuras, bañados, serranías, planicies fluviales, forestaciones), mostrando cómo la geografía condiciona su distribución. Estos hallazgos destacan la importancia de integrar la dimensión geoespacial en el diagnóstico, la vigilancia y el diseño de estrategias sanitarias adaptadas a cada región.

2 – Summary

This study presents a geographical analysis of major livestock diseases in Uruguay, based on over 50 years of diagnostic records from DILAVE's SISRADD system. Contrary to the perceived uniformity of Uruguay's landscape, diseases show well-defined ecological niches linked to environmental, topographical, and production-related factors. Using spatial analysis tools, statistically significant clusters are identified for diseases like acute leptospirosis, bacillary hemoglobinuria, babesiosis, anthrax, and intoxications caused by *Perreyia flavipes* and *Cestrum parqui*. Each disease is associated with specific landscape types (plains, wetlands, hills, river floodplains, and forested areas), revealing how geography shapes their distribution. These findings underscore the need to integrate geospatial analysis into veterinary diagnostics, surveillance, and regionally adapted disease control strategies.

3 – Introducción

Uruguay es frecuentemente calificado como un país de paisaje "aburrido" debido a la aparente monotonía de

su relieve. Sin grandes montañas ni profundos valles, su geografía se caracteriza por penillanuras y llanuras resultado de millones de años de erosión sobre terrenos geológicamente antiguos y estables. Aunque la Sierra de las Ánimas y la Sierra de Carapé representan algunas de las elevaciones más notables, su altitud es moderada, y la mayor parte del país se encuentra por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar. La predominancia de pastizales y el clima subtropical templado, refuerza esta sensación de uniformidad paisajística.

Esta percepción de monotonía, propia del ámbito urbano, también ha influido en la profesión veterinaria y el estudio de las enfermedades del ganado. Frecuentemente se asume que un paisaje homogéneo conduce a una distribución uniforme de las patologías. Este enfoque puede ser problemático en la sanidad animal, donde las estrategias de control a menudo se aplican sin considerar el nicho ecológico específico de cada enfermedad. Como resultado, muchas investigaciones y estrategias de control pasan por alto las variaciones geográficas, lo que puede llevar a resultados que no son extrapolables y a la implementación de medidas costosas e ineficaces. A menudo se recomiendan campañas de vacunación o tratamientos en regiones donde la enfermedad no está presente, mientras que en zonas endémicas no siempre se adoptan las medidas más adecuadas. Asimismo, estudios realizados fuera del hábitat natural de una enfermedad pueden derivar en conclusiones que no son aplicables a nivel nacional.

Más importante aún, esta percepción de homogeneidad impacta negativamente en el diagnóstico y la vigilancia. El valor predictivo de los signos clínicos, la patología y las pruebas de laboratorio varía según la prevalencia de las enfermedades en una región específica. En áreas donde una enfermedad es común, el valor predictivo positivo de un resultado será más alto, lo que significa que los resultados positivos son más confiables. Por el contrario, en zonas con baja prevalencia, el valor predictivo positivo disminuye, lo que puede llevar a más falsos positivos. Lo mismo ocurre con los resultados negativos. Este concepto subraya la necesidad de interpretar el contexto geográfico en el que ocurre la enfermedad. En muchas

circunstancias, la experiencia del veterinario de campo tiene más peso que la sola detección de un agente por técnicas moleculares.

El propósito de esta presentación es ilustrar cómo los factores ambientales y geográficos afectan la aparición y propagación de las patologías del ganado en Uruguay. Comprender la relación entre el entorno y las enfermedades es fundamental para desarrollar estrategias de manejo y control adaptadas a las condiciones específicas de cada región.

4 – Desarrollo

El principio de nicho geográfico o geoespacial

Según Evgeny Pavlovsky (1966), reconocido zoólogo, parasitólogo y geógrafo ruso, el concepto de “nicho” (*nidi naturalis morbi*) hace referencia al hogar, nido o foco natural de una enfermedad. La idea central es que las enfermedades no se distribuyen al azar, sino que siguen patrones geográficos definidos. Cada patología se localiza en un ecosistema específico, donde las interacciones entre animales, patógenos, vectores y reservorios favorecen su prevalencia. Este enfoque es el fundamento de la epidemiología del paisaje (*landscape epidemiology*), que estudia cómo los factores geográficos y ecológicos afectan la distribución de enfermedades.

Dado que los nichos naturales de las enfermedades dependen de factores ecológicos diversos, el concepto se aplica no solo a enfermedades parasitarias, bacterianas, virales y fúngicas, sino también a patologías de origen tóxico (como intoxicaciones por plantas o larvas de insectos) y a trastornos metabólicos o carenciales (como la hipomagnesemia u osteomalacia), cuando su ocurrencia depende de factores ecológicos específicos. En este sentido, la epidemiología espacial utiliza la distribución geográfica de las enfermedades para comprender mejor su etiología.

La unidad territorial más pequeña en la naturaleza que puede contener un nicho es un paisaje, ya que componentes más pequeños y simples de un paisaje no poseen todas las características bióticas y abiótica necesarias para la ocurrencia prolongada de una enfermedad.

La importancia de conocer esta asociación radica en la posibilidad de predecir el riesgo epidemiológico latente de un territorio en función de los tipos de paisajes y biocenosis presentes (que incluyen patógenos, vectores y hospedadores). El estudio de la geografía de los focos o *nidi naturales* es, por lo tanto, un camino necesario, aunque descuidado en Uruguay, para mejorar el diagnóstico y la vigilancia.

Hacia un enfoque geográfico en la patología y el diagnóstico veterinario

Para mejorar la efectividad del diagnóstico y el control de enfermedades en el ganado, es fundamental adoptar un enfoque que integre la variabilidad geográfica en la toma de decisiones. Identificar el nicho ecológico de cada enfermedad es clave para mejorar la vigilancia epidemiológica, optimizar el diagnóstico y desarrollar estrategias de control adaptadas a cada región.

Ahora bien, para determinar con precisión la localización de las enfermedades en cada región, es esencial contar con registros diagnósticos confiables y georreferenciados de varias décadas. Pocas observaciones causan una considerable inestabilidad de las tasas (inestabilidad de varianza) y de los patrones epidemiológicos, por lo que 10-15 años o más de registros son necesarios para estabilizar los patrones espaciales (Christiansen, 1979; Hyder y col., 2011). Registros de pocos años o con los sesgos propios de investigaciones puntuales, no son adecuados para identificar patrones geoespaciales confiables.

El Sistema de Registros y Análisis de Diagnóstico de DILAVE (SISRADD), Uruguay, es un sistema informatizado de los diagnósticos realizados desde 1975 en los 4 laboratorios oficiales del MGAP en Uruguay (Montevideo, Paysandú, Tacuarembó y Treinta y Tres). Este sistema cubre todo el territorio nacional y representa un compromiso institucional multigeneracional, sostenido durante varias décadas, con la sanidad animal y la vigilancia epidemiológica en Uruguay.

El sistema está normalizado y, desde 2022, emplea una lista estandarizada de 669 diagnósticos específicos (aproximadamente 357 en bovinos, 142 en ovinos, 129 en equinos y 41 en otras especies). Cada año se registran entre 1000 y 1400 diagnósticos en bovinos. La información está georreferenciada a nivel de predio (DICOSE) y seccional policial, abarcando todo el país. Para identificar los nichos ecológicos, se utiliza el software SaTScan™ con análisis espacial y espacio-temporal, visualizando los resultados en Google Earth Pro mediante archivos KML superpuestos a mapas digitales del MGAP (SNIA) y el Ministerio de Ambiente (OAN).

Se presentan a continuación ejemplos de geolocalización de enfermedades bovinas en distintas regiones geográficas y paisajísticas del país. Para reducir la inestabilidad de la varianza y el sesgo de remisión de muestras, se consideran únicamente enfermedades con registros de varias décadas (entre 100 a 700 brotes), y se aplica el modelo caso-control de Bernoulli, con un tamaño máximo de ventana de escaneo del 12% sobre el total de muestras recibidas. La metodología completa se encuentra en Dutra et al. (2022).

Enfermedades de llanuras: Leptospirosis aguda (Weil disease)

La leptospirosis aguda en bovinos (*Leptospira* spp.), o enfermedad de Weil por su similitud con la forma humana, se caracteriza por un período de incubación corto (3-7 días) y un diagnóstico patológico altamente específico. Estas características permiten detectar variaciones geoespaciales y estacionales certeras de la enfermedad, ya que su diagnóstico, a diferencia con la leptospirosis reproductiva en vacas, coincide con el momento y lugar de mayor riesgo de infección.

En la base de datos de DILAVE, Uruguay, hay registrados más de 350 brotes de leptospirosis aguda en bovinos y ovinos, una de las casuísticas más altas a nivel mundial. La enfermedad de Weil afecta principalmente a terneros de 1 a 8 meses, siendo rara en animales mayores de 10 meses. La *Leptospira interrogans* serogrupo Pomona serovar *Kennewicki* se ha reportado en casos de leptospirosis en bovinos y ovinos en Uruguay y también se ha identificado en casos humanos.

En Uruguay, la leptospirosis aguda presenta una autocorrelación espacial altamente significativa (Moran's $I = 0.445$, pseudo P -value <0.0001), concentrándose en clústeres dentro de áreas geográficas específicas. El principal nicho ecológico se localiza en las llanuras de la cuenca de Laguna Merín, entre la Cuchilla Grande al oeste y la Laguna Merín al este. El clúster espaciotemporal existente en esta región tiene un radio de 95 km, un riesgo relativo 4.2 veces mayor que el resto del país y ha permanecido activo por casi 30 años, lo que indica la existencia de las condiciones bióticas y abióticas necesarias para la persistencia de la enfermedad.

La endemidad de la enfermedad en las llanuras del este se debe al pobre drenaje de los suelos, que favorecen la supervivencia de las leptospirosis patógenas. La *Leptospira* puede sobrevivir (no multiplicarse) más de 20 días en suelos húmedos y en aguas estancadas con pH entre 7.0 y 7.4. Son resistentes al frío, pero mueren rápidamente por calor, desecación y la luz solar directa. La presencia de bovinos, ovinos y otras especies silvestres portadoras (como jabalíes, roedores y carpinchos), junto con sistemas de producción arroz-ganadería que facilitan el contacto de los animales con suelos húmedos, canales y aguadas, crean condiciones favorables para la transmisión de la enfermedad. En otras zonas del país, los clústeres de leptospirosis son de corta duración y de aparición esporádica, dependiendo del clima, inundaciones y prácticas de manejo, apareciendo y desapareciendo rápidamente en años lluviosos.

Patológicamente, la enfermedad de Weil se caracteriza por anemia hemolítica, ictericia severa y riñones

oscuros o negros debido a la hemoglobinuria. La histopatología revela hepatitis linfoplasmocítica, con necrosis hipóxica paracentral y colestasis severa, y en riñones hay nefrosis hemoglobinúrica y presencia de *Leptospira* en los túbulos renales (coloración de plata). El PCR (gen *lipL32*) de órganos, sangre y orina es positivo. La seroconversión puede utilizarse también como método de confirmación.

Enfermedades de bañados: Hemoglobinuria bacilar

La hemoglobinuria bacilar bovina (HBB), también conocida como hepatitis necrótica bovina o enfermedad de la orina roja, es causada por *Clostridium haemolyticum* (*Clostridium novyi* tipo D). Es la principal enfermedad clostrídial en bovinos adultos en Uruguay. Este patógeno es un bacilo Gram-positivo, esporulado y β -hemolítico, altamente anaeróbico y sensible al oxígeno, requiriendo condiciones anaeróbicas estrictas para crecer. Las esporas son resistentes y pueden perdurar en suelos o cadáveres durante meses o años.

Uruguay registra una alta incidencia de HBB, con más de 100 brotes anuales registrados por DILAVE, una letalidad del 95-100%, un promedio de 8 muertes por brote y hasta 120 vacas afectadas en algunos casos. Las vacas adultas preñadas o de invernada son la principal categoría afectada. La enfermedad presenta una marcada estacionalidad primavera-estival, con un pico de muertes en el mes diciembre. A diferencia de otros países, la enfermedad en Uruguay no está asociada a la *Fasciola hepatica*.

La HBB es una enfermedad de bañados. Tiene su nicho ecológico en la parte sureste de la cuenca de la laguna Merín, con el clúster más significativo centrado en la gran reserva de biosfera de humedales "Humedales del Este y Franja Costera" (RR = 9'.12; $P < 0,001$), o bañados de Rocha, un área protegida por la UNESCO en el año 1976.

Estos extensos humedales, los más extensos del país, están compuestos principalmente por suelos anaerobios, mal drenados y frecuentemente inundados, que ofrecen condiciones ideales para el *C. haemolyticum* debido a su bajo oxígeno, pH alto y lenta humificación. La HBB ocurre también en los bañados del Río Negro y Tacuarembó en el noreste, en los Bañados de Farrapos en el litoral oeste, y en los bañados del río Santa Lucía, donde fue primariamente diagnosticada en el país en 1984. La enfermedad es rara en campos altos de serranías, colinas y lomadas, pero puede ocurrir si el ganado tiene acceso a valles de ríos o arroyos, o si proviene de zonas endémicas y es portador de esporas.

El diagnóstico puede confirmarse durante la necropsia y por los hallazgos histopatológicos. La carcasa presenta una intensa ictericia amarillo-anaranjada y la vejiga está repleta de orina color vino Oporto (hemoglobinuria). El infarto hepático es la lesión más característica de la enfermedad. Generalmente es grande, único, firme al tacto, y con numerosos pequeños focos satélites. La mayoría se localizan en el lóbulo derecho (50%). Esta predilección por el lóbulo derecho contrasta con las lesiones causadas por *Fasciola spp*, que típicamente afectan al lóbulo izquierdo, lo que demuestra la falta de relación entre ambas patologías. A la histología, el infarto consiste en grandes áreas de necrosis de coagulación delimitadas por un borde inflamatorio compuesto principalmente por neutrófilos necróticos. Hay tromboflebitis y numerosos bacilos positivos para *C. novyi* por inmunohistoquímica. En el riñón hay severa nefrosis hemoglobinúrica.

Enfermedades de serranías: *Perreyia flavipes*

La intoxicación por larvas de *Perreyia flavipes* (Pergidae), conocidas como “mosca sierra” o “larvas negras”, tiene su nicho ecológico en las serranías de la Cuchilla Grande, desde Cerro Largo hasta Maldonado, incluyendo las partes altas de la Cuchilla del Durazno y la Cuchilla Grande Inferior. El clúster principal, altamente significativo ($P < 0.00001$), se ubica entre Lavalleja, Florida y Treinta y Tres, con un riesgo 25 veces superior al del resto del país. Esta región coincide con el basamento cristalino del Bloque Nico Pérez (Cratón del Río de la Plata), de origen precámbrico. Estudios filogenéticos indican que la divergencia entre *P. flavipes* en Sudamérica y *Lophyrotoma interrupta* en Australia —ambas especies de la familia Pergidae y responsables de cuadros hepatotóxicos idénticos— ocurrió durante la fragmentación del supercontinente Gondwana (hace entre 70 y 140 millones de años). Así, Uruguay y Australia, a pesar de su distancia geográfica actual, comparten un vínculo geológico y patológico forjado en Gondwana. Este es un ejemplo excepcional de cómo ciertas enfermedades pueden presentar nichos ecológicos paralelos derivados de eventos geológicos y biológicos remotos, y de cómo la geología puede influir directamente en la patología animal, incluso en regiones tan distantes como Uruguay y Australia.

La enfermedad es una intoxicación hepatotóxica aguda, altamente letal, que afecta principalmente a bovinos, y también ovinos y cerdos. Uruguay presenta el mayor número de brotes documentados a nivel mundial. Las larvas, de color negro brillante, emergen entre marzo y abril, y entre julio y setiembre forman grupos compactos de hasta 200 individuos que se desplazan por la pastura, especialmente en días nublados y lluviosos. Los bovinos,

principalmente los terneros y novillitos, las apetecen y consumen rápidamente. La dosis letal es de 7–10 g/kg de peso vivo (equivalente a 15–20 grupos larvales), y la muerte sobreviene en 12–24 horas; se han reportado brotes con hasta 120 muertes en una sola noche.

A la necropsia, los animales presentan ictericia moderada, hígado con aspecto de “nuez moscada”, y linfocitólisis en el bazo. La histopatología muestra necrosis hepática tóxica, panacinar o periacinar. El diagnóstico se confirma por la observación de restos larvales en el contenido ruminal, los cuales persisten incluso días o semanas después de la muerte. La toxina responsable es un heptapéptido que contiene aminoácidos tipo D, lo que impide su degradación en los preestómagos y facilita su absorción intacta hasta el hígado. Esta toxina evolucionó como mecanismo de defensa contra hormigas y aves terrestres, favoreciendo el comportamiento gregario de las larvas, que se desplazan impunemente por los campos serranos. La fuerte interacción ecológica entre estas larvas y el ganado sugiere que los brotes han ocurrido desde la introducción del ganado en el siglo XVII, constituyendo un epifenómeno reciente derivado de la competencia por el forraje entre un insecto nativo y una especie domesticada.

Enfermedades de planicies fluviales: Carbunclo

El carbunclo bacteriano, ántrax o carbunclo, es una enfermedad telúrica causada por *Bacillus anthracis*. Las esporas de esta bacteria son extremadamente resistentes y pueden sobrevivir en suelos contaminados, conocidos como “campos malditos”, durante años o décadas. El carbunclo es una zoonosis importante que representa un riesgo para peones y veterinarios de campo.

El ántrax muestra una autocorrelación espacial altamente significativa (Moran's $I = 0.349$, pseudo P -valor <0.0001), lo que indica una agrupación de brotes en nichos geográficos específicos. Estos se localizan en las planicies fluviales inundables de grandes ríos del país como el Río Negro, Tacuarembó, Arapey, Olimar Grande, Cebollatí y Santa Lucía. La mayoría de los brotes ocurren en veranos secos luego de primaveras lluviosas. Las inundaciones de primavera extraen las esporas del suelo y cuando las áreas inundadas se secan en verano, el mayor contacto con el suelo durante el pastoreo aumenta la ingestión de esporas por parte del ganado, causando las epizootias. Esta combinación de inundaciones en primavera y sequías en verano es la principal razón por la cual el carbunclo tiene su nicho ecológico en planicies fluviales inundables y en campos arroceros a lo largo de los canales de irrigación. La amplia red fluvial de Uruguay es la razón de la amplia distribución de esta enfermedad.

en el país. No se observan clústeres en zonas altas ni en serranías, donde los suelos son superficiales y bien drenados, ni en la cuenca lechera del suroeste, donde la vacunación anual es obligatoria.

La enfermedad es aguda y letal. Afecta principalmente bovinos adultos y ocasionalmente cerdos y perros con acceso a las carcasas. En promedio mueren 11 bovinos por brote con un máximo registrado de 84 vacas. Los ovinos, aunque son muy susceptibles, raramente se ven afectados, posiblemente porque se manejan en campos altos donde la enfermedad es menos frecuente. Ante casos sospechosos, se recomienda no realizar la necropsia, sino enviar unas pocas gotas de sangre en tubos bien sellados para evitar el contagio. Los frotis de sangre coloreados con Azul de Metileno de Loeffler y el cultivo en agar sangre confirman la enfermedad. Si por error se realiza la necropsia, los hallazgos más notorios son hemorragias y sufusiones generalizadas en la carcasa, sangre oscura sin coagular por orificios y esplenomegalia marcada con presencia de "barro esplénico". La histopatología, aunque rara vez descrita, muestra bacilos intraarteriales y en la pulpa roja del bazo, facilitando el diagnóstico en muestras fijadas en formol. La vacunación es altamente efectiva y debería implementarse también en predios ganaderos con acceso a planicies fluviales.

Enfermedades de cuesta basáltica: Babesiosis bovina

La babesiosis (*Babesia bovis* y *Babesia bigemina*) es una enfermedad de gran relevancia y actualidad en Uruguay. Su único vector en el país es la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. La enfermedad ocurre todo el año, pero con un pico marcado en otoño, en exacta coincidencia con la tercera generación de la garrapata.

Las vacas (54.6%), novillos (23.1%), y vaquillonas (12.8%) son las categorías más afectadas, mientras que los terneros (6.7%) y toros (3%) muestran la mortalidad proporcional más baja. La morbilidad promedio de más de 700 brotes confirmados es de 8.7% y la letalidad 69.4%, con hasta 230 animales muertos en un brote.

Los signos clínicos son los característicos de la tristeza parasitaria, es decir, fiebre, depresión, anemia severa, mucosas ictericas y, a diferencia de la anaplasmosis, hemoglobinuria. Los abortos son comunes, pero pasan desapercibidos o se desestiman dentro de la severidad del brote. La necropsia muestra el hígado agrandado y de color anaranjado, la vesícula biliar distendida, los riñones oscuros o negros con la grasa perirrenal amarilla ("riñones de Peñarol"), y marcada esplenomegalia que llega a medir más de 4-5 cm de espesor. El diagnóstico se confirma por frotis de sangre y PCR.

La babesiosis presenta una autocorrelación muy alta (Moran's I = 0.548, pseudo P-valor <0.001), indicando su agrupamiento en áreas geográficas específicas. Es hiperendémica en el norte, endémica en el este y esporádica en el suroeste. El clúster principal está situado en la cuesta basáltica en el extremo norte del país, tiene un radio de 118 km, y se extiende entre las coordenadas 32° y 30° S, abarcando los departamentos de Artigas, Salto y el norte de Paysandú, en coincidencia con los estudios de la biología de la garrapata en Uruguay (Cuore & Solari, 2022). Esta exacta coincidencia (encima de paralelo 32° S) resalta la validez de los datos de diagnóstico para determinar el nicho ecológico de las enfermedades.

La región basáltica ofrece los factores bióticos y abióticos ideales para la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* durante todo el año. El clima subtropical húmedo, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 18 °C y 22 °C, veranos calurosos donde las temperaturas máximas suelen alcanzar entre 30-35 °C, e inviernos suaves con mínimas que raramente descienden por debajo de 5 °C, crea un microclima ideal para la fase no parasitaria de la garrapata, la cual puede prolongarse hasta 13 meses. Esto hace impracticable el "descanso de pasturas" como forma natural de eliminar la infestación del potrero por agotamiento las larvas (Cuore & Solari, 2022). Las lluvias regulares en la región mantienen la humedad necesaria, evitando los encharcamientos que podrían ser perjudiciales para las larvas y ninfas. La vegetación densa y los pastos altos no solo proporcionan un pastoreo extensivo durante todo el año, sino que también crean un hábitat óptimo para el desarrollo de las larvas y la reproducción efectiva de las garrapatas.

Enfermedades de forestaciones y montes nativos

Los bosques nativos en Uruguay, ricos en biodiversidad con 120 especies de árboles, 140 de arbustos y 115 de helechos, son el nido de numerosas enfermedades, como la intoxicación por *Cestrum* spp., *Melia azedarach*, *Myoporum* sp., *Prosopis* spp., *Pinus* sp., y *Cycas revoluta*, entre otros.

La reciente expansión de forestaciones con *Eucalyptus* y el incremento del silvopastoreo han modificado el paisaje y los sistemas productivos, lo que ha llevado a cambios significativos en la epidemiología de enfermedades forestales: algunas han aumentado su incidencia, otras han disminuido y otras nuevas han aparecido. Por ejemplo, brotes de intoxicación por helechos (*Adiantopsis*, *Pteridium*, etc.), antes desconocidos en el país, ahora provocan síndromes hemorrágicos severos. Los ptaquilósidos de estos helechos también causan hematuria enzootica y carcinomas digestivos en bovinos, repre-

sentando un riesgo carcinogénico para los humanos. En tanto que otras, como la babesiosis (*Babesia* spp.) y la intoxicación por *Ramaria flavobrunescens* (Bocopa), esta última de gran importancia en la vigilancia epidemiológica de la fiebre aftosa, han aumentado significativamente en las plantaciones de *Eucaliptus*. Por el contrario, la intoxicación por larvas de *Perreyia flavipes* ha disminuido debido a la sustitución de su hábitat natural en campos de serranías por campos forestales. Estos fenómenos ilustran la primera ley ecopatológica, que destaca la estrecha relación entre los ecosistemas, la intervención humana y la dinámica de las enfermedades animales.

Aquí nos referiremos al nicho ecológico de la intoxicación por el *Cestrum parqui* L'Hér., (Solanaceae), duraznillo negro o palqui. Esta intoxicación tiene una amplia distribución en el país, con más de 150 brotes registrados, una mortalidad promedio 9.5% una letalidad del 93%.

El *Cestrum* es una planta hepatotóxica que crece en los bordes de bosques de galería y de parque y que puede encontrarse a orillas de alambrados, caminos y campos arbolados. La tendencia de esta intoxicación ha sido creciente en la última década en Uruguay, debido a la mayor frecuencia e intensidad de las sequías. La incidencia fue especialmente alta en la sequía 2022-2023, la más severa registrada en Uruguay. Si las tendencias climáticas actuales persisten, esta enfermedad probablemente se convierta en un problema cada vez más importante para la ganadería.

El patrón de distribución geográfica de la intoxicación se evidencia por un índice de Moran's I significativo de 0.349 ($P < 0.001$), indicando que la intoxicación se concentra en ciertas áreas del país. El nicho ecológico se localiza en una franja estrecha paralela al río Uruguay, en los departamentos de Paysandú, Río Negro y Soriano. El riesgo en esta zona es cuatro veces mayor que en el resto del país. Es de destacar que el clúster principal está centrado en la desembocadura del Río Negro y el Uruguay y abarca el rincón de Bequeló, en el departamento de Río Negro, paraje donde el Dr. Marcos Dutto reportó por primera vez casos espontáneos de la intoxicación en 1905. Esta coincidencia resalta la validez de los datos geográficos.

La zona litoral de alto riesgo se corresponde casi exactamente con la extensión en el territorio uruguayo de la Provincia fitogeográfica del Espinal-Mesopotámico, que constituye el nicho ecológico de esta intoxicación y que, en Argentina, incluye las provincias de Entre Ríos, Santa Fe y Corrientes, donde también se registra una alta incidencia de casos. Los montes de parque en esta región, que se desarrollan como una transición entre el monte ribereño y la pradera natural, presentan una vege-

tación caracterizada por árboles espaciados, con predominancia de algarrobos (*Prosopis*) y espinillos (*Acacia*), y un estrato bajo de vegetación herbácea dominada por gramíneas estivales de buena calidad. Estos montes conforman sistemas silvopastoriles naturales, en los que el ganado encuentra forraje estival de calidad aceptable y sombra bajo los árboles, pero también tiene acceso al *Cestrum*, lo que explica la elevada incidencia de intoxicaciones en esta área. En el resto del país, el riesgo es también elevado en los bosques ribereños y de parque de los grandes ríos (Río Negro Tacuarembó, Arapey, Santa Lucía) y en los montes de los ríos Cebollatí y del Olimar grande.

Los animales afectados suelen encontrarse muertos dentro o cerca de los montes. Algunos presentan síntomas como agresividad y temblores musculares. A la necropsia, las lesiones más significativas se localizan en el hígado, que aparece agrandado y tiene un patrón en "nuez moscada" en la superficie de corte. La ictericia es variable y se observan equimosis y hemorragias en el corazón y otras vísceras. A la histopatología el hígado muestra necrosis de coagulación y hemorrágica, periacinar, severa, típica de una necrosis hepática tóxica. En el encéfalo, se detectan lesiones de encefalopatía hepática, sutiles pero significativas para el diagnóstico de intoxicación por *Cestrum*.

Por último, y para resaltar la importancia de la geografía en el diagnóstico, haremos el diagnóstico diferencial de las enfermedades hepatotóxicas agudas (hígado en "nuez moscada": necrosis hemorrágica lobulillar) en Uruguay. Estas enfermedades son muy comunes y son indiferenciables desde el punto de vista clínico y patológico:

- 1 *Cestrum parqui* (duraznillo negro): la intoxicación ocurre preferentemente en verano-otoño, en campos con acceso a montes de parque en el litoral oeste y en grandes montes ribereños en todo el país.
- 2 *Xanthium cavanillesi* ("abrojo"): ocurre en primavera-verano, principalmente en campos de lomadas.
- 3 *Perreyia flavipes* (larvas negras): se presenta en invierno, en las serranías.
- 4 *Vernonia plantaginoides* ("mío mío moro"): se presenta en primavera-verano en campos rocosos de las serranías.
- 5 *Cycas revoluta* y *Lantana* spp.: afectan animales que tienen acceso a patios de estancias.
- 6 *Wedelia glauca* ("yuyo sapo"): ocurre en rastrojos de secano en campos agrícolas-ganaderos.
- 7 *Myoporum laetum* ("transparente"): ocurre en animales con acceso a ramas de transparente caídas luego de temporales. El patrón de necrosis hepática

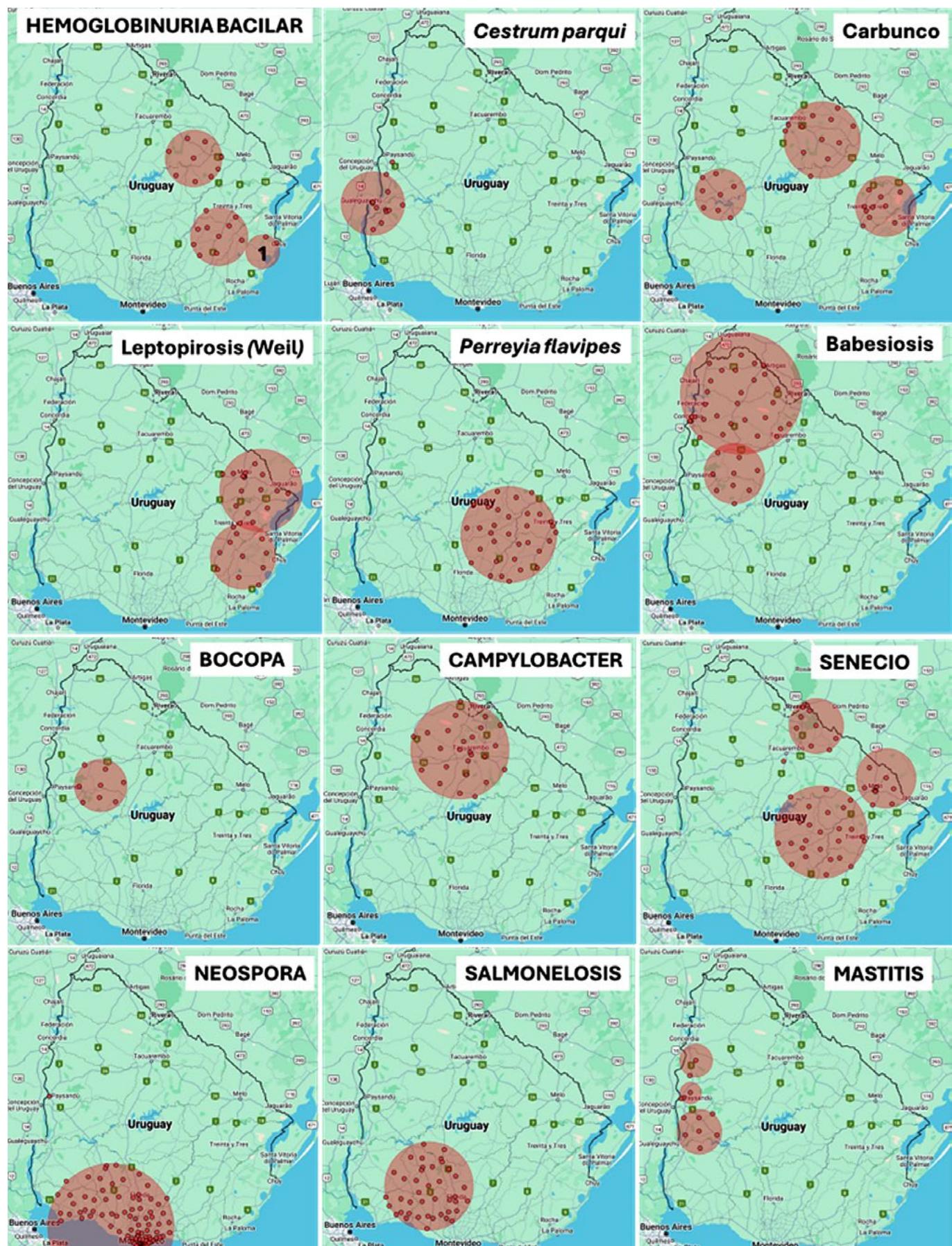


Figura 1. Nichos ecológicos de enfermedades seleccionadas en bovinos de Uruguay. Los clústeres identificados son estadísticamente significativos ($P < 0.001$). Los análisis se realizaron utilizando el software SatScanTM con el método caso-control de Bernoulli al 12%. Los datos provienen de diagnósticos realizados por DILAVE (1975-2024).

es predominantemente de tipo mediozonal y no periacinar.

- 8 Cianobacterias (algas verde-azuladas): ocurre en verano en animales que abrevan aguas estancadas con afloramientos de algas.
- 9 Cobre inyectable: animales sobredosificados con edetato de cobre inyectable.

Esto resalta la importancia fundamental del nicho ecológico en la sanidad animal.

5 – Conclusión

La integración del enfoque geográfico en el estudio de las enfermedades del ganado permite mejorar el diagnóstico, la vigilancia y las estrategias de control. El uso de bases de datos históricas como SISRADD y herramientas de análisis espacial es fundamental para identificar los nichos ecológicos de cada patología y orientar el diagnóstico y la toma de decisiones sanitarias en Uruguay.

6 – Referencias bibliográficas

Christiansen, K. H. (1979). Laboratory management and disease surveillance information system. In *Proc. 2nd International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics* (pp. 59-64).

Costa, M. A., & Kulldorff, M. (2009). Applications of spatial scan statistics: a review. *Scan statistics: methods and applications*, 129-152.

Cuore, U., Solari, M., y col. (2022). Manual práctico para el control de la garrapata común del ganado y enfermedades asociadas. MGAP, Montevideo, Uruguay. 68 p.: il.

Dutra, F., y col. (2022). Spatial and seasonal analysis and geovisualization of *Fasciola hepatica*-free bovine bacillary hemoglobinuria outbreaks in eastern Uruguay, 1999–2019. *Prev. Vet. Med.*, 199, 105553.

Evia G. & Gudynas E. (2000). Ecología del paisaje del Uruguay. Aportes para la conservación de la diversidad biológica. MVOTMA, AECI. 173 pp.

Galuzo I. (1975) Landscape epidemiology (epizootiology). *Adv Vet Sci Comp Med* 19:73-96.

Malkhazova, S., Mironova, V., & Shartova, N. (2018). *Mapping Russia's Natural Focal Diseases: History and Contemporary Approaches*. [Versión Kindle].

Pavlovsky, E. (1966). *Natural Nidality of Transmissible Diseases - with special reference to the landscape epidemiology of zoonanthroposes*. Urbana: University of Illinois Press. 261 p.

Peterson, A. (2008). Biogeography of diseases: a framework for analysis. *Naturwissenschaften*, 95(6), 483-491.

Pfeiffer, D. U., & Stevens, K. (2015). Spatial and temporal epidemiological analysis in the Big Data era. *Prev. Vet. Med.* 122(1-2), 213-220.

EVALUACIÓN CLÍNICA DEL SISTEMA NERVIOSO EN RUMIANTES: TRATANDO DE HACER LAS COSAS FÁCILES

Maria de Lourdes Adrien Delgado

Profesora Agregada en Medicina de Rumiantes,

Departamento de Ciencias Veterinarias y Agrarias, Facultad de Veterinaria, CENUR Litoral Norte, Paysandú, Uruguay.

Correspondencia: lourdesadrien@gmail.com

1 – Resumen

La evaluación clínica del sistema nervioso en los rumiantes puede resultar difícil si no se siguen los pasos adecuados para realizarla. La sistematización de la metodología de trabajo permite reducir los errores y aproximarse al diagnóstico del problema. El encare de estas patologías incluye una exhaustiva anamnesis para conocer las características epidemiológicas del problema, un pormenorizado examen clínico tanto a nivel general como particular y la remisión de muestras para confirmar el diagnóstico. Este trabajo tiene como objetivo presentar un método para abordar las enfermedades del sistema nervioso, orientado especialmente para profesionales que desarrollan su actividad a nivel de campo en Uruguay y la región.

2 – Summary

Clinical evaluation of the nervous system in ruminants can be difficult if the proper steps are not followed. Systematizing the methodology helps reduce errors and approximate the diagnosis of the problem. The approach to these pathologies includes a thorough clinical history to understand the epidemiological characteristics of the problem, a detailed clinical examination, both general and specific, and the submission of samples to confirm the diagnosis. This paper aims to present a method for addressing nervous system diseases, specifically geared toward veterinary practitioners that working in Uruguay and the region.

PALABRAS CLAVE: semiología, ficha clínica, rumiantes, metodología, diagnóstico clínico.

3 – Introducción

Las enfermedades que afectan el sistema nervioso o producen signos clínicos compatibles con la afectación del sistema nervioso son sin lugar a duda las que generan mayor dificultad para los clínicos. Esta dificultad radica por un lado en la complejidad del sistema nervioso y por otro lado, porque para realizar la evaluación correcta del sistema requiere un estudio minucioso, al cual el médico veterinario debe de dedicarle un tiempo suficiente.

Además, se debe conocer las características neuroanatómicas y neurofisiológicas de los rumiantes.

El clínico debe de, en su práctica, logar ser consistente y exacto en sus diagnósticos, para esto, necesita tener concordancia entre varias exploraciones y exactitud entre lo que observa en la clínica y el estado del animal (Radostits et. al. 2002). También, en la clínica hay que evitar ir a un diagnóstico con ideas preconcebidas antes de aplicar y seguir un método adecuado. Para aumentar la precisión en el diagnóstico es fundamental seguir una metodología de trabajo que se aplique siempre que se presente un caso clínico.

El examen clínico, especialmente del sistema nervioso, si es bien realizado permitirá conocer la localización de las lesiones, lo que es fundamental para el diagnóstico presuntivo y el tratamiento, además de recomendar la eutanasia en los casos en que no hay posibilidad de revertir el cuadro (Riet-Correa et al., 2002). Por otra parte, particularmente en los rumiantes, muchas enfermedades que afectan el sistema nervioso son de alta letalidad lo que obliga a los veterinarios a recurrir al diagnóstico post-mortem para aproximarse al diagnóstico etiológico, lo que no excluye ser precisos en la recolección de la información de la anamnesis, evolución de los signos clínicos, tratamientos previos, etc. Los objetivos de la evaluación neurológica deben ser establecer la enfermedad que afecta al sistema nervioso y determinar la localización en el sistema nervioso (O. M. Radostits et al., 2002).

El objetivo de este trabajo es detallar una metodología clínica adaptada para los rumiantes que ayude a los veterinarios de campo a llegar a un diagnóstico preciso de los casos a los que se enfrenta.

4 – Desarrollo

4.1. Recordatorio anatómico y funcional

En este trabajo se describirán sucintamente los principales aspectos anatómicos del sistema nervioso en los rumiantes, para posteriormente hacer referencia a los pasos del examen clínico específicamente.

Si bien el sistema nervioso es un gran sistema, para facilitar su compresión, se puede dividir en dos, siguiendo

criterios topográficos: sistema nervioso central (encéfalo y la médula espinal) y sistema nervioso periférico (truncos nerviosos, craneales, espinales y autonómicos con sus ganglios asociados) (Dyce et al., 1999). A su vez, el encéfalo se divide en tres estructuras denominadas: telencéfalo, cerebelo y tronco encefálico (Barros et al., 2006). Esta subdivisión se ha adoptado para facilitar la descripción de las enfermedades del sistema nervioso en los rumiantes, dado también porque cada una de ellas guarda relación con determinados signos clínicos que se abordarán más adelante.

Siguiendo el desarrollo embrionario del sistema nervioso, también se puede dividir en las siguientes regiones: a) médula espinal, b) encéfalo posterior (rombencéfalo), compuesto por bulbo espinal/raquídeo o medulla oblongata, el puente y el cerebelo, c) cerebro medio (mesencéfalo) y d) encéfalo anterior que comprende al diencéfalo (tálamo, epítálogo e hipotálamo) y los hemisferios cerebrales (telencéfalo). Respecto al encéfalo posterior, el puente se comunica con el cerebelo a través de los pedúnculos cerebelares. Dentro de la médula oblongada y el puente se encuentran núcleos de los nervios craneales, núcleos olivares y del puente, la formación reticular y algunos tractos que conectan con la médula espinal o con la parte superior del encéfalo (Dyce et al., 1999).

Otros aspectos anatómicos importantes para tener en cuenta en los rumiantes son el recubrimiento de los órganos (meninges) y la irrigación arterial y venosa. Las tres membranas o meninges que recubren el encéfalo y la médula espinal son: duramadre, aracnoides y piamadre. La duramadre es la membrana más externa, que está fusionada con el periostio dentro de la cavidad craneana, pero a partir del agujero magnum se separa del mismo hacia el canal vertebral. El espacio que queda entre el canal vertebral y la duramadre se denomina espacio epidural, quien está ocupado por grasa y el plexo venoso vertebral interno (Dyce et al., 1999). Desde el punto de vista clínico es importante mencionar el espacio entre la aracnoides y la piamadre, principalmente en la cisterna cerebelobulbar (región atlanto-occipital), donde existe un ensanchamiento y es el lugar de elección para la toma de muestras del líquido cefalorraquídeo. Este líquido es una ultrafiltración del plasma, a través de la barrera hematoencefálica, que además de proteger a las estructuras nerviosas, es un medio de transporte para diversas sustancias principalmente neuroendocrinas y neurotransmisores (Dyce et al., 1999).

La irrigación del encéfalo proviene del círculo arterioso del cerebro, ventral al hipotálamo, que se abastece principalmente de las arterias carótidas internas y de la arteria basilar (Dyce et al., 1999). En bovinos y ovinos se

da la particularidad de que estas arterias forman redes sinuosas que se denominan "red maravillosa" o *rete mirabile* para posteriormente atravesar la duramadre y formar el círculo arterial cerebral (Dyce et al., 1999). La arteria basilar continua a lo largo de toda la médula espinal. Por último, el encéfalo del bovino está irrigado por sangre carotídea y vertebral, mientras que, en el ovino, el aporte de la sangre vertebral solamente se da en la porción final del tronco encefálico (Dyce et al., 1999). También hay que destacar dos aspectos sobre el drenaje venoso del encéfalo que ocurre en senos venosos tanto dorsal, como ventral. El seno ventral recibe sangre que proviene de la cara del animal, lo que esto puede significar la llegada de microorganismos desde esa región al encéfalo y, por otro lado, la llegada de sangre más periférica contribuye a la termorregulación del animal, dado que ocurre el enfriamiento del hipotálamo (Dyce et al., 1999).

Dada la importancia de las afecciones medulares en rumiantes, a modo de recordatorio, mencionar que la columna vertebral en los bovinos está compuesta por la siguiente fórmula vertebral: C7, T13, L6, S5, C18-20; en pequeños rumiantes: C7, T13, L6(7), S4 (oveja) o S5 (caprinos), C16-18. Con relación a la médula espinal en bovinos adultos llega hasta la unión lumbosacra, pero en terneros puede llegar hasta mitad caudal del sacro. La médula se divide en 8 segmentos cervicales, 13 torácicos, 6 lumbares, 5 sacros, 5 caudales (Dyce et al., 1999).

El sistema nervioso central se comunica con las otras partes del cuerpo a través de los nervios periféricos. Estos nervios están compuestos por fibras aferentes (sensitivas) y fibras eferentes (motoras). Hay nervios craneanos y nervios espinales o raquídeos. Los nervios craneales se pueden agrupar en tres grupos siendo los a) vinculados a los sentidos (olfatorio, óptico y vestibulococlear), b) inervan musculatura de la cabeza (oculomotor, troclear, abducens e hipogloso), C) relacionados a la región faríngea (nervio trigémino, facial, glosofaríngeo, vago, y accesorio). También se pueden clasificar de acuerdo con su localización rostrocaudal y en la Tabla 1 se describen las principales características anatómicas y funcionales de los pares craneanos.

Sobre los nervios raquídeos hay que destacar algunas características de su estructura para tener en cuenta frente a la presentación de casos clínicos. El origen ordenado de los nervios evidencia la segmentación de la médula espinal. Cada nervio raquídeo se integra por dos ramas que provienen de la médula espinal, la ventral (fibras eferentes, motoras) y la dorsal (fibras aferentes, sensitivas) que se unifican en una estructura denominada ganglio espinal, para dar lugar al nervio espinal. Una vez conformado el nervio espinal, este se divide en dos

ramas, la dorsal y la ventral. La dorsal inerva la musculatura adyacente superior (dorsal) y la piel y la ventral (de mayor extensión) inerva la musculatura y la piel de la región ventral del segmento correspondiente. Por último, hay que mencionar que las ramas ventrales se conectan con otros nervios adyacentes, dando lugar a la formación de plexos, en la región anterior el plexo braquial (ramas de últimos nervios cervicales y dos primeros torácicos) y en la región lumbar-sacro, formando el plexo lumbosacro (últimos lumbares y dos nervios sacros). Estos plexos nerviosos son responsables por la inervación de los miembros anteriores y posteriores.

4.2. Localización anatómica y alteraciones clínicas asociadas

Desde hace muchos años, los patólogos de la región han desarrollado un método de trabajo y de registro de signos clínicos que permitieron sistematizar la información, de manera de facilitar la comprensión de las enfermedades del sistema nervioso en rumiantes. Especialmente en el trabajo de Riet-Correa et al., (2002) y también en el libro de Barros et al., (2006). En el capítulo anterior se hizo mención detallada de los pares craneanos, su inervación y posible efecto en caso de lesiones, pero a continuación se detallará la sintomatología espe-

Tabla 1. Nervios craneanos y sus principales características anatómico-funcionales. Elaborado en base a Dyce et al., (1999).

Denominación		Principales características
I.	N. olfatorio	Compuesto por prolongaciones de las células olfatorias de la mucosa nasal.
II.	N. óptico	Tracto encefálico que conecta la retina con el diencéfalo.
III.	N. oculomotor	Fibras eferentes somáticas: inervan músculos rectos dorsal, medial, ventral y oblicuo ventral. Además, músculo elevador del párpado superior. Fibras eferentes viscerales: inerva músculo intraocular ciliar y constrictor de la pupila.
IV.	N. troclear	Motor para el músculo oblicuo dorsal.
V.	N. trigémino	Más grande. Sensitivo para piel y tejidos profundos de la cara y motor para músculos del primer arco faríngeo (mandibular). Se divide en tres: V1. N. oftálmico, V2. Maxilar, V3. Mandibular.
VI.	N. abducens	Inerva músculo recto lateral y retractor del globo ocular. Parálisis produce dificultad para desviar el globo ocular.
VII.	N. facial	Componente intermedio (visceral, funciones sensitivas, gustativas y motoras). Componente facial, nervio del segundo arco faríngeo, musculatura de la mimica. Cuatro ramas: n. auriculopalpebral, rama bucal dorsal, rama bucal ventral y rama cervical. Cuando hay lesión central puede existir pérdida de secreción lacrimal, además de salival y parálisis muscular.
VIII.	N. vestibuloclear	Participan en el equilibrio y la audición.
IX.	N. glosofaríngeo	Fibras integran el tercer arco faríngeo. Motor: musculatura palato-faríngea y algunas glándulas salivales. Sensitivo para mucosa de la base de la lengua, paladar y faringe.
X.	N. vago	Nervio del 4º arco faríngeo y posteriores. Tiene fibras parasimpáticas (vísceras cervicales, torácicas y abdominales), muy extenso. Lesión se manifiesta de diversas formas desde problemas en la deglución, alteración de la función cardíaca y de otras vísceras.
XI.	N. accesorio	Dos ramas que inervan músculos esplenio y serrato ventral, braquicefálico, omotransverso y trapezio (rama dorsal) y esternocefálico (rama ventral).
XII.	N. hipogloso	Inerva músculos intrínsecos y extrínsecos de la lengua.

Tabla 2. Signos clínicos asociados a lesiones en el encéfalo. Elaborado en base a Barros et al., (2006) y Riet-Correa et al., (2002).

Telencéfalo y tálamo	Cerebelo	Tronco encefálico
Alteración en conducta y estado mental	Ataxia	Depresión
Agresividad, depresión, somnolencia, manía, andar compulsivo.	Temblores de intención	Paresia
Presión de la cabeza contra objetos	Aumento del polígono de sustentación	Alteración de pares craneanos descriptos en Tabla 1.
Andar en círculos		
Bostezos, mugidos		
Convulsiones, coma		
Desvió de la cabeza y cuello		
Opistotóno (aumento del tamaño del cerebro)		

rada cuando hay lesiones en otras regiones del sistema nervioso central (Tabla 2).

Puede existir ceguera de origen central, cuando hay lesión de la corteza occipital y en estos casos no hay lesiones aparentes en los ojos y hay reflejo pupilar presente. Si no hay respuesta al reflejo pupilar puede existir lesión en la retina, nervio y/o quiasma óptico, y el tracto óptico rostral (O. M. Radostits et al., 2002). Si no hay ceguera, pero no hay respuesta al reflejo se debe a lesión en el nervio oculomotor.

Lesiones en el sistema vestibular (oído interno, nervio vestibuloclear y núcleos vestibulares) producen cuadros de ataxia, desvío de la cabeza, nistagmo, estrabismo, caídas por pérdida del equilibrio (Barros et al., 2006).

Las lesiones de la médula espinal pueden provocar cuadros clínicos diversos, dependiendo de la porción de la médula afectada, así como de la extensión y profundidad de la lesión (Riet-Correa et al., 2002). También se debe de considerar que las lesiones en médula espinal causan diversos grados de debilidad, ataxia, alteración de la nocicepción y del sistema autónomo. En el caso de estas lesiones hay que evaluar si la lesión está afectado a las neuronas motoras superiores (NMS) o inferiores (NMI), dado que, dependiendo de esto, el animal puede presentar parálisis flácida (NMI) o espástica (NMS).

4.3. Metodología de examen clínico

Para ser exitoso en la clínica se requiere seguir el método que asegure la colecta de la información relevante, el examen clínico correcto, la realización de pruebas complementarias acordes al caso, el análisis de laboratorio y la globalización de todos los elementos. Esta globalización o conclusión siguiendo los pasos del pensamiento lógico, corresponde que sea el clínico quien la realice.

En lo que refiere a casos clínicos dónde se sospecha de la afectación del sistema nervioso central, los motivos de consulta pueden ser diversos, incluso será necesario establecer si el motivo realmente se asocia con una afectación primaria del sistema nervioso o es otra enfermedad, originada en otro sistema, que produce signos clínicos nerviosos o parecidos. En diversos trabajos regionales se resalta la importancia de la descripción precisa de la información y a su vez, se describen diversas enfermedades que afectan el sistema nervioso o no, pero que producen sintomatología nerviosa (Dilger Sanches et al., 2000; Riet-Correa et al., 1998; Rissi et al., 2010; Santos et al., 2018). Los motivos de consulta pueden ser diversos, pero generalmente se refieren a algún signo clínico que presenta el animal o los animales que hacen sospechar de que estos tienen "signos clínicos nerviosos". La descripción detallada de estos signos clínicos

deberá de ser incluida en la anamnesis patológica del caso, sea remota como próxima.

Sin embargo, como se presenta en la Fig. 1, contar con el motivo de consulta es el primer paso en la metodología del encare de un caso, pero solamente siguiendo los pasos siguientes se podrá comprender si aquel motivo de consulta inicial realmente se correspondía con una alteración en el sistema nervioso central. Sería imposible describir los motivos de consulta que podrían ser planteados por los tenedores de los animales, pero hay aspectos propios de la producción de rumiantes que pueden darnos los primeros indicios frente a la presentación clínica. En nuestro país, la mayoría de los rumiantes, se crían en sistemas colectivos, por lo tanto, considerar si el motivo de consulta se refiere a casos individuales o colectivos es importante para ir considerando las posibles causas de ese problema. Todos estos aspectos se irán relevando en la anamnesis.

Luego de contar con el motivo de consulta, el siguiente paso es hacer un relevamiento de información exhaustivo para construir la anamnesis. Para realizar esta anamnesis se requiere tener la habilidad para conversar con el tenedor de los animales, de forma de que la información recolectada sea lo más cerca de la realidad posible y no se "invente" o se omita información. Para esto, hay que buscar el momento oportuno para preguntar. El objetivo es construir la anamnesis ambiental, sanitaria, fisiológica y patológica. Un aspecto importante para mencionar es que, en caso de estar frente a casos de animales muertos y vivos, la prioridad será comenzar con la/las necropsias y luego seguir con el examen clínico de los animales vivos, así como con la anamnesis.

Se mencionarán los principales elementos que deben estar incluidos en la anamnesis ambiental. Esta se refiere a las características propias del sistema productivo

Motivo de consulta		
Paso 1	Anamnesis: ambiental, fisiológica, sanitaria y patológica	
Paso 2	Examen clínico: general y particular	Necropsia
Paso 3	Diagnóstico presuntivo	
Paso 4	Toma de muestras para pruebas colaterales	
Paso 5	Análisis de la información Globalización	
	Diagnóstico definitivo	

Figura 1. Procedimiento para establecer un diagnóstico definitivo.

dónde ocurren estos casos clínicos. Las preguntas deben apuntar a conocer con qué animales convive, qué especies y categorías comparten el espacio, cuál es la alimentación a corto y largo plazo (también remota, de tiempo atrás, cambios bruscos), cuál es la fuente de agua de consumo de los animales, disponibilidad de forraje, presencia de malezas, estado de los alambrados, carga del sistema, presencia de sombra, suplementación mineral, entre otros aspectos. Y otro tema muy importante es conocer si los animales afectados fueron nacidos y criados en el predio o llegaron al predio tiempo atrás, o se ingresaron animales ajenos al predio.

En la anamnesis sanitaria, las preguntas se centran a comprender cuál es el manejo sanitario, especialmente el uso de medicamentos, sean vacunaciones, antiparásitarios u otro tipo de medicamento. En este sentido, más allá de conocer que medicamentos se han usado por ejemplo en el último año, verificar que se hayan usado correctamente, es decir, dosis y vías de administración. En el caso de vacunaciones, verificar que se realizan los refuerzos anuales correspondientes. Y, por último, comprender si esos medicamentos han sido utilizados bajo la orientación técnica o fue por decisión propia del propietario.

La anamnesis fisiológica en rumiantes generalmente se asocia a los principales eventos tales como el nacimiento, partos, servicios reproductivos. En el caso de animales jóvenes, conocer exactamente la edad, la fecha de nacimiento es muy importante. En el caso de animales adultos, también, contar con información individual sobre su fecha de parto y servicio sería lo ideal. En la anamnesis fisiológica el objetivo es verificar si los eventos fisiológicos del animal individual se corresponden con el resto del rodeo o el animal está apartado de los demás. Ese desfasaje puede estar indicando problemas. En el ganado lechero contar con información de la producción de leche individual y del lote es relevante.

Por último, resta construir la anamnesis patológica. Para esto, las preguntas deberán estar focalizadas en la construcción de la historia del proceso que sufre el animal afectado. Aquí es importante comprender la evolución de la enfermedad, el curso, es decir si el problema se inició recientemente (pocas horas atrás), si es hiperaguda (pocas horas a 2 días), aguda (3 a 14 días), subaguda (2-4 semanas), crónica (4 semanas) (O. M. Radostits et al., 2002). A su vez, comprender cómo ha sido la evolución de los signos clínicos, por ejemplo, si el animal comenzó con dificultad para caminar, ataxia y luego ese cuadro se fue agravando hasta quedar en decúbito. Cómo fueron apareciendo los signos clínicos en el animal, si se fueron sumando otros a medida que pasaba el tiempo. Además,

en algunos casos se podría estar frente a cuadros recidivantes, que los animales pudieran haber presentado una mejoría transitoria y presentar signos al poco tiempo nuevamente. En esta sección, también es importante, lo que se mencionaba anteriormente, saber si es un caso esporádico, si ocurre en casos individuales cada tanto tiempo o es un problema extendido en rodeo (enzoótico). Es necesario relevar los antecedentes de patologías que hayan ocurrido en el predio en años anteriores. Y en este punto, es clave que el veterinario de campo conozca cuales son las principales enfermedades que afectan esa región. Por último, contar con la información de tratamientos que haya hecho el productor frente a la ocurrencia de signos clínicos y como ha sido la respuesta a estos.

Toda la información recolectada debe ser analizada en su conjunto y se debe de considerar que tal vez exista información que no sea precisa, pero solamente completando el examen clínico se puede comprender si lo que se reportó era lógico o no. Como es común decir, “la información se toma con pinzas” hasta que se logre la conclusión del caso. Sin embargo, en muchos casos, una buena anamnesis puede dar con la etiología del problema, por lo tanto, es clave insistir en este paso del diagnóstico.

Luego de contar con los datos de la anamnesis corresponde pasar a evaluar al animal o los animales afectados. Para esto, lo primero que se realiza es el examen objetivo general (EOG). Este examen consta de un examen a distancia y del examen físico individual.

A distancia, uno de los principales aspectos que se debe de evaluar es la conducta del animal, es decir, como se relaciona con el entorno. Aquí es importante tener en cuenta de que todos los rumiantes tienen comportamientos gregarios, por lo tanto, nunca debería de quedar solo en un corral un único animal. Esto es clave, porque la alteración de la conducta es uno de los elementos que lleva a sospechar de alteración del sistema nervioso. A distancia y con la ayuda de otra persona, se tiene que evaluar la marcha, si se realiza en línea recta o aparecen alteraciones, o presenta claudicación. También, el examen a corral es un buen momento para observar secreciones por los orificios naturales, estado del pelo, brillo, color, siempre en comparación con otros animales. Si el animal estuviera en decúbito sin posibilidad de incorporarse, se restringe lo que se puede realizar en el examen clínico, pero se mencionará más adelante.

Una vez culminada la exploración a distancia, corresponde realizar el examen físico. Para esto, es necesario sujetar el animal en un cepo y/o con bozal (en caso de animales mansos), esperar que se tranquilice y luego si proceder con la exploración. Se requiere ser metódico para no omitir ningún paso. Se recomienda comenzar

por la cabeza hacia la cola del animal, y desde el lado izquierdo a la derecha. Lo primero es hacer la reseña del animal, registrando la identificación individual, señas o marcas, raza, sexo y categoría. Cuando el animal está en estación, contenido en el cepo, es bueno realizar una exploración general de la piel y anexos, antes de focalizarse en las regiones que a continuación se describirán. En la piel es necesario evaluar el estado del pelo, el color, aspecto brilloso, sedoso. También permite identificar posibles lesiones por caídas, accidentes o autolesión que ya permite orientarnos hacia algún problema.

En el examen físico, comenzando por la cabeza, primero se evalúa la simetría de la cara, posición de las orejas, integridad de la piel de la cabeza, signos de corrimientos bucal, nasal y/o ocular. Luego se explora la boca, determinando la edad dentaria, el estado de los dientes, la mucosa bucal (color, brillo, integridad), y se evalúa el tiempo de llenado capilar. En caso de encontrar corrimiento excesivo en la boca (salivación), morro con moco (falta de limpieza), se debe de proceder con la exploración de la cavidad bucal, buscando lesiones en lengua o cavidad bucal propiamente dicha. Dependiendo de los resultados se definirá si se hace una exploración particular del aparato digestivo. En la cabeza también se evalúan los ojos y anexos, especialmente la integridad de la conjuntiva, la coloración y se registra cualquier otra alteración detectada. En el EOG también se evalúan los linfonodos submandibulares y parotídeos (si fueran evidentes), y el pulso en la arteria maxilar externa.

Siguiendo hacia caudal, se inspecciona el cuello, especialmente la integridad de la piel, se evalúa la elasticidad cutánea, pliegue cutáneo (tabla del cuello), se palpa los linfonodos pre-escapulares. En el cuello también se realiza la prueba de la vena yugular, siempre con la cabeza del animal erguida para evitar falsos positivos.

En la región torácica, se realiza la prueba de la cruz, evaluando la presencia de dolor en la región torácica y abdominal anterior. Se determina la frecuencia cardíaca [Rango normal para bovinos adultos 60 a 72/min, terneros 80 a 120/min, ovinos adultos 70 a 90/min, corderos 80-90/min, cabra 70 a 90/min, cabrito 100 a 120/min (O. M. Radostits et al., 2007)] aprovechando para determinar la intensidad de los ruidos y el ritmo cardíaco. La frecuencia respiratoria se realiza observando el animal de perfil, desde caudal o se puede evaluar auscultando los ruidos pulmonares [Rango normal para bovinos adultos 20 a 30/min, terneros 24 a 36/min, ovinos adultos 20 a 30/min, corderos 36-48/min, cabra 20 a 30/min, cabrito 36 a 48/min (O. M. Radostits et al., 2007)]. También se puede terminar contabilizando la respiración colocando la mano en la región anterior al morro. Respecto a la respiración,

también se evalúa el tipo de respiración, si es costo-abdominal o a predominio abdominal.

En la región abdominal, además de inspeccionar el perímetro abdominal, el foco será primeramente en el EOG evaluar en la fosa del flanco izquierdo la frecuencia ruminal. Se realiza con la ayuda del fonendoscopio, contabilizando el total de contracciones en 5 minutos consecutivos (promedio 8-9 contracciones/5min). Además, se aprovecha el momento para determinar el grado del llenado del rumen que seguramente estará relacionado al consumo del animal. Luego se evalúa el linfonodo pre-crural o femoral.

Se mide la temperatura rectal, utilizando un termómetro digital. Rango normal para bovinos adultos 37,8 a 39,2°C, terneros 38,5 a 39,5°C, ovinos adultos 38,5 a 40°C, corderos 39 a 40°C, cabra 38,6 a 40,2°C, cabrito 38,8 a 40,2°C (O. M. Radostits et al., 2007).

En el caso de hembras, siempre se evalúa la glándula mamaria (contenido y continente) y los linfonodos retro-mamarios. Esto en ovinos como en bovinos.

En bovinos siempre se realiza la palpación rectal, sea macho o hembra. El objetivo es la exploración del tracto reproductivo, órganos digestivos y aparato urinario (vejiga y riñones). El linfonodo ilíaco también se explora en la palpación rectal.

Otro linfonodo que puede ser evaluado en el EOG es el poplítico, pero sería solamente palpable en ovinos y tal vez terneros, pero dependerá del grado de desarrollo del animal.

Cuando el animal está “caído” y no logra incorporarse por sus propios medios, el examen clínico se compromete dado que varias de las maniobras no se pueden realizar con el animal en este estado. Sin embargo, se debe hacer un esfuerzo en intentar registrar los parámetros que sean posible. En particular, cuando se sospecha de una enfermedad neurológica, con más razón hay que hacer un intento por incorporar el animal, evaluar si con ayuda el animal logra mantenerse en estación o si definitivamente se configura un cuadro de por ejemplo “vaca caída”.

Siguiendo los pasos del método establecido en la Fig. 1, luego de hacer el EOG corresponde realizar el examen particular del sistema que se encuentre afectado en el primer examen. Podría mencionar algunas de las alteraciones del EOG que oriente para hacer un examen del sistema nervioso. Los puntos que seguramente van a estar alterados son la conducta, la aptitud y postura, la marcha (ataxia, andar en círculos, etc.), el consumo de alimento (sea por problemas en la deglución o aprensión del alimento), alteraciones en la expresión del animal (asimetrías en cara, labios, párpados, morro, Fig. 2), al-

teraciones digestivas secundarias (ejemplo alteración del perímetro abdominal), pérdida de equilibrio y otros signos clínicos relacionados al sistema musculoesquelético como temblores, espasticidad muscular, flacidez, etc.

Para orientarse en el examen particular del sistema nervioso, se han elaborado fichas de registro, que ayudan a sistematizar el examen. En la Fig. 3 se presenta un ejemplo de ficha elaborado con fines de docencia que es modificado de la O. M. Radostits et al., (2002). Es fundamental tanto en el EOG como en el particular hacer un examen completo, dado que un examen incompleto y con observaciones inexactas puede llegar a conclusiones equivocadas y, por lo tanto, a diagnósticos incorrectos.

En el examen particular, se hará foco nuevamente en la evaluación del nivel de conciencia, del estado mental. En este caso hay que determinar si el animal está alerta, es decir si responde correctamente a los estímulos externos, si presenta coma, siendo un animal que no responde a ningún estímulo externo y generalmente está en decúbito lateral, o si está en semi-coma o estupor, que significa que solamente responden a estímulos dolorosos (O. M. Radostits et al., 2002). Términos como “depresión, delirio o demencia” se extrapolan desde la medicina humana, pero son casos en que el animal muestra signos de que no está tan alerta como un animal normal.

El siguiente paso es evaluar la postura del animal, evaluando la posición de la cabeza, tronco y extremidades. La valoración dependerá si el animal está en decúbito esternal, lateral o en estación al momento de la exploración. En la Fig. 4 se presentan algunos ejemplos

de posturas de los miembros. Estas alteraciones se pueden evidenciar evaluando los aplomos del animal, tanto de vista lateral como vista posterior. Por otra parte, en la Fig. 5 se presentan algunos ejemplos de animales en posición de decúbito lateral, evidenciando distintas posiciones de la cabeza y de los miembros. En este caso el bovino de la figura superior tiene los miembros flexionados, mientras que, en el caso de la foto inferior, aparenta tener los miembros en extensión.

En los casos como los presentados en la Fig. 5 y 6 es necesario cambiar de posición el animal y evaluar su respuesta.

Luego de evaluar la postura, corresponde evaluar si existen temblores, fasciculaciones, mioclonías (más importante en pequeños animales) o convulsiones. Estas alteraciones pueden aparecer en diversos casos, siendo todos movimientos involuntarios de masas musculares. En el caso de las fasciculaciones, son contracciones más leves que se aprecian a nivel del subcutáneo. Las convulsiones se caracterizan por espasmos rígidos de la cabeza y extremidades, con movimiento de pedaleo, acompañadas de micción, defecación y salivación (O. M. Radostits et al., 2002).

Respecto a la marcha, es necesario evaluar si hay ataxia, dismetría (hipo o hipermetría), espasticidad, rigidez, miotonía, paresia o cojera. Es importante evaluar la marcha y la longitud del paso que da el animal para diferenciar una cojera de una alteración neurológica. En general cuando hay acortamiento del paso, se corresponde principalmente a cojera o lesión neuromuscular y si es

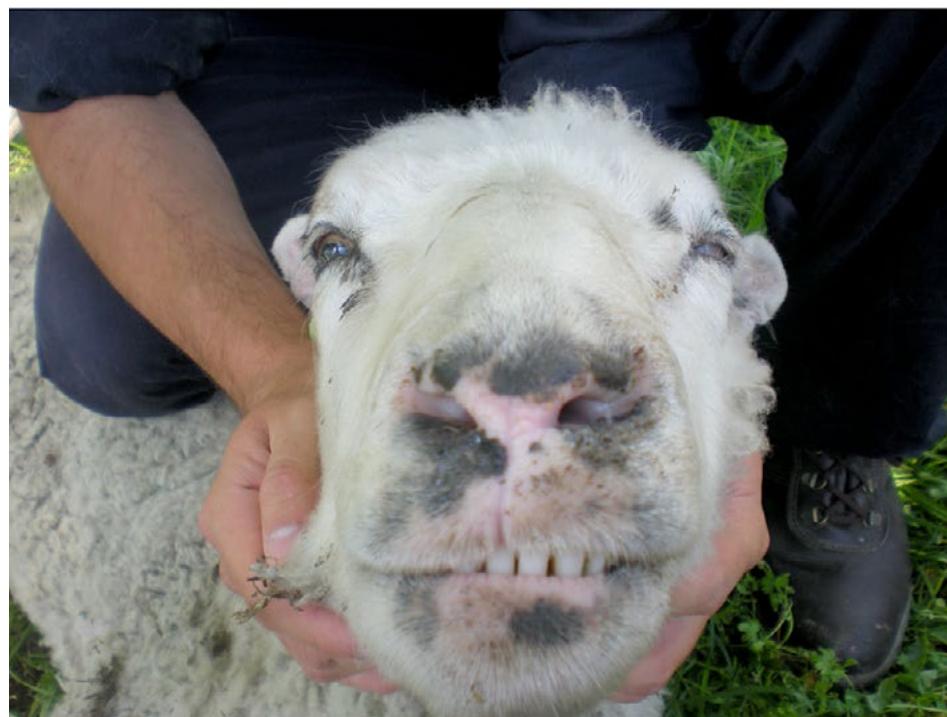


Figura 2. Izquierda. Ovino con asimetría en la cara, especialmente en ollares, párpados y labios. Derecha. Ovino con desvío lateral de la cabeza y posición de las orejas asimétrica.

FECHA	
Nº Ficha	
Propietario	
Teléfono	
Identificación	
Espezie	Edad
Raza	Sexo
Veterinario	



FVET
Facultad de Veterinaria
Universidad de la República
Uruguay

Anamnesis

Exploración neurológica

CABEZA

Comportamiento	Posición de la cabeza	
Estado mental o nivel de conciencia	Coordinación de la cabeza	

Pares craneales:

Ojos	Izquierdo	Derecho		Izquierdo	Derecho
Exploración oftalmológica			Vestibular-audición		
Visión, II			Ojo caído, normal/anormal		
Amenaza, II-VII, Cerebelo:			Nistagmo; normal, vestibular		
Pupilas, reflejo fotomotor, II-III			anormal		
Horner*, simpático			Ojos tapados		
Estrabismo, III, IV, VI, VIII			Lengua		
Cara			Tono, masa; XII, cerebro		
Sensibilidad, Vs, cerebro			Faringe, laringe		
Masa muscular, tono mandibular, V			Voz, IX, X		
Reflejos de orejas, ojos, nariz y labios, V-VII			Deglución, IX, X, cerebro		
Expresión, VII, cerebro					
Sudoración - simpático					

MARCHA	IZQUIERDA		DERECHA	
	Delantera	Trasera	Delantera	Trasera
Paresia				
Ataxia				
Hipometría				
Hipermetría				
Postura				
Déficit total				

CUELLO Y EXTREMIDADES ANTERIORES (signos localizadores)

TRONCO Y EXTREMIDADES POSTERIORES (signos localizadores)

COLA, ANO Y RECTO:

VALORACIÓN

Localización de la(s) lesión(es)	Localización general (marcar): cerebro, tronco encefálico, pares craneales, cerebelo, médula espinal, nervios periféricos, músculo, esqueleto. Localización específica:
Causa de la(s) lesión(es):	

ACCIONES

Diagnóstico	
Tratamiento	
Pronóstico	
Firma del Médico Veterinario	

* ptosis párpado superior, miosis, protrusión del 3º párpado, ausencia de sudoración en bozal en bovinos (amaurosis)

Figura 3. Ficha clínica para el registro del examen particular del sistema nervioso en rumiantes.

normal o hay alargamiento a enfermedad neurológica (O. M. Radostits et al., 2002). Para evaluar la propiocepción en grandes animales, se debe de prestar atención durante la marcha, forzando al animal a girar y cambiar de dirección, de forma de comprobar si los miembros se colocan en la posición correcta. También se puede realizar la prueba del salto, en el que se flexiona cada miembro anterior y el animal luego de unos segundos, apoyará su miembro en posición normal. En caso de que ese salto sea exagerado indica problemas en la propiocepción.

El paso siguiente es evaluar los pares craneanos. Para eso es útil seguir el orden de la Tabla 1 y Fig. 3. El par I, olfatorio, si bien es complejo de evaluar, se puede

hacer ofreciendo un alimento al animal, de olor agradable y observar su respuesta. La pérdida del olfato se denomina anosmia. El par II, se evalúa la respuesta a la amenaza. Para el par III, se evalúan las pupilas, el tamaño y la respuesta a la luz. Se debe evaluar si existe midriasis o miosis (pupilas dilatadas o contraídas). Los pares III, IV y VI participan en el movimiento del ojo y por lo tanto se evalúan en conjunto. Cuando se afecta la porción motora del oculomotor (III) en general hay desvío del ojo, estrabismo. En rumiantes puede ocurrir una parálisis de todos los músculos del ojo denominado oftalmoplejía completa, ejemplo cuando hay una lesión (absceso pituitario) en la base del encéfalo que afecta la salida de todos los ner-

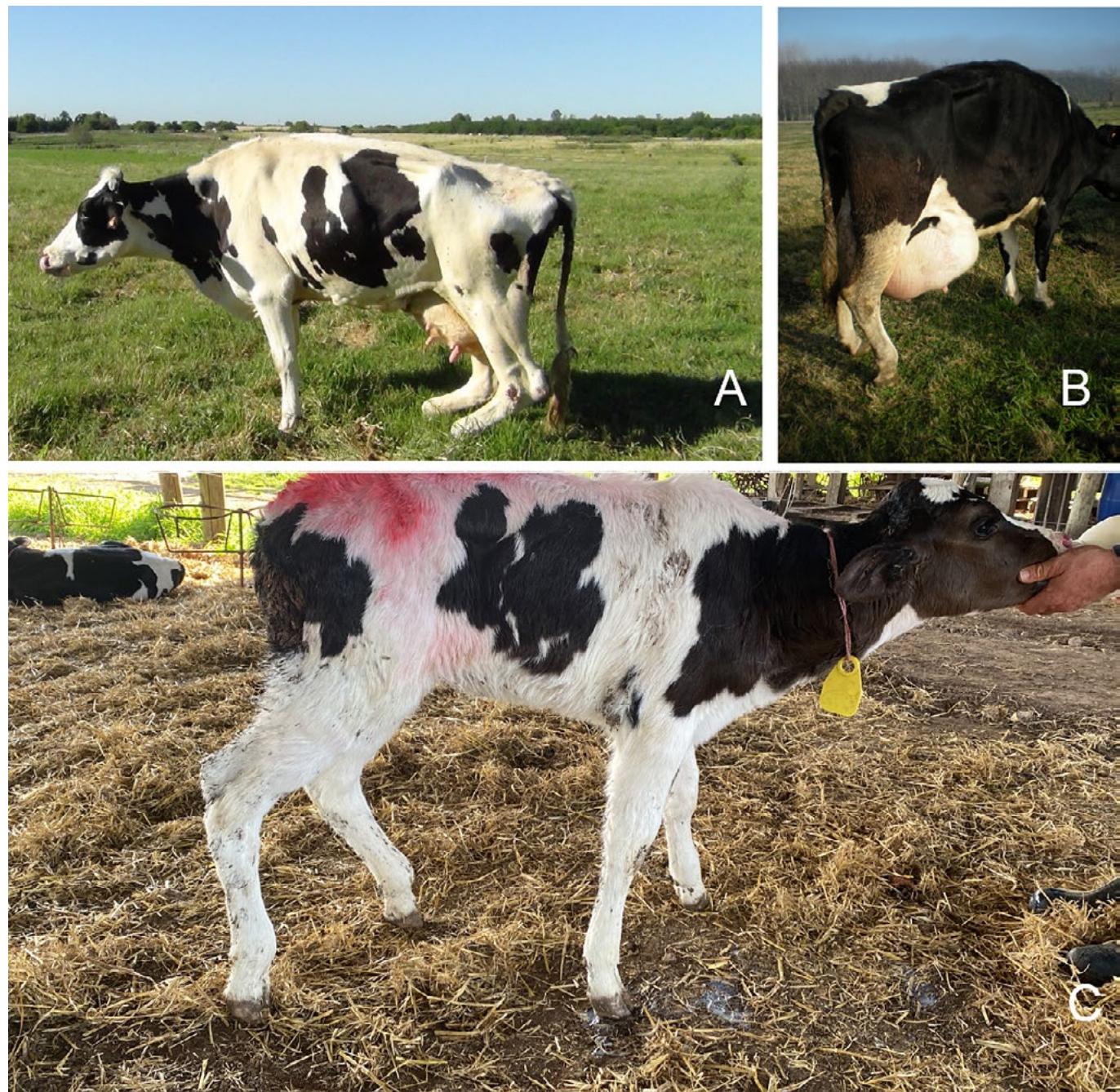


Figura 4. Diferentes posturas de los miembros posteriores en bovinos. A. Vaca con flexión de miembros posteriores, bilateral. B. Alteración unilateral de la posición del nudo (articulación metacarpo falangiana) en el miembro posterior derecho. C. Ternera con alteración bilateral en el ángulo de la articulación del nudo.

vios involucrados (III, IV, VI) (O. M. Radostits et al., 2002). Se debe evaluar si hay estrabismo posicional, es decir, cuando se gira la cabeza. En este caso el lado afectado presenta el globo ocular desviado hacia ventral.

La rama oftálmica del trigémino (V) se evalúa realizando el reflejo palpebral y corneal, en ambos casos se toca esa región y el animal responde cerrando los párpados. La rama maxilar se evalúa tocando la mucosa nasal externa y el animal deberá de responder girando la cabeza para evitar el dolor, y para la rama mandibular se pellizca la piel en la región mandibular y se evalúa la respuesta. Evaluar si hay atrofia del músculo masetero. Si el animal tiene deficiencia en esta rama, puede permanecer de boca abierta.

La exploración de la función motora del nervio facial (VII) se realiza haciendo el reflejo palpebral, además la ptosis es característico y la función parasimpática evaluando la secreción lacrimal.

El nervio vestibulococlear (VIII) con funciones en el equilibrio y la audición. Los signos de alteración vestibular son ataxia o tambaleo, inclinación de la cabeza, nistagmo y desviación del ojo (O. M. Radostits et al., 2002) Muchos de ellos se detectan sin hacer una maniobra específica, sino que simplemente observando el animal. Se intenta diferenciar si el problema se da a nivel central (núcleos) o en el propio nervio. Cuando hay lesión, en general la cabeza se inclina para el lado de la lesión.

Para la evaluación del N. glosofaríngeo (IX), nervio responsable por la sensibilidad y movimiento de la faringe (en conjunto con el N. X), salivación y gusto, se debe estimular la deglución del animal, esto se puede realizar colocando un elemento en el fondo de la boca y ver la respuesta de deglución. En caso de lesión habrá disfagia, megaesófago, parálisis o paresia de la faringe (Riet-Correa et al., 2002).

El XI par es más difícil de evaluar en grandes animales, pero se puede observar atrofia de los músculos esternocefálico, braquicefálico y trapecio (Riet-Correa et al., 2002).

Por último, el hipogloso (XII) se evalúa la musculatura de la lengua y la lesión puede afectar la deglución, prensión, masticación y vocalización (O. M. Radostits et al., 2002).

Una vez evaluados los pares craneanos, corresponde realizar la evaluación de los reflejos medulares, de forma de determinar si existe trastorno de la neurona motora superior (NMS) o inferior (NMI). La NMS se refiere a neuronas ubicadas por fuera del sistema nervioso central, pero que influyen sobre la NMI. En caso de existir lesión en la NMS habrá hiperreflexia, hipertonia y atrofia muscular crónica por desuso y en la NMI, lo contrario, hiporreflexia, hipotonía y atrofia muscular aguda (neurogénica) (O. M.

Radostits et al., 2002). Se evalúan los reflejos en las extremidades torácicas y pélvicas. Esto se realiza pellizcando con una pinza hemostática y evaluando la respuesta (movimiento) de la extremidad. En el miembro torácico se evalúa el reflejo extensor corporradial, triceps y del bíceps, mientras que en el miembro pélvico se evalúa el patelar, tibial craneal y gastrocnemio (O. M. Radostits et al., 2002).

Evaluar la micción también es importante porque tanto por lesión de la NMS como NMI puede haber retención de orina por incapacidad en el vaciado, pero la diferencia está en que si hay lesión en NMS la misma va a estar con la pared con tono, en cambio en la NMI, su pared estará flácida, pero llena de orina y se vacía fácil de forma manual (O. M. Radostits et al., 2002).

Finalmente, es necesario evaluar la sensibilidad al dolor en el animal que presenta un cuadro clínico nervioso. Esto se realiza evaluando la sensibilidad cutánea a los estímulos, pinzando las distintas zonas (dermatomo) inervadas por los nervios raquídeos y luego de un descanso se presiona con la mano y se evalúa la reacción del animal (O. M. Radostits et al., 2002). La hiperestesia



Figura 5. Vacas con distinta postura de la cabeza y miembros anteriores.

es la sensación exagerada de dolor.

Luego de realizar todos los pasos antes mencionados, el clínico debería de poder establecer que región del sistema nervioso está afectado y posteriormente establecer el diagnóstico presuntivo (**Paso 3**, Fig. 1) y diferencial correspondiente. En rumiantes, como se mencionó antes, gran parte de las patologías que afectan el sistema nervioso son altamente letales, pero, además, requieren del estudio histopatológico, bacteriológico y/o virológico para confirmar el diagnóstico presuntivo. Esto implica que contar con el diagnóstico presuntivo, permitirá remitir las muestras correctas para realizar los exámenes colaterales. A modo de ejemplo, se puede mencionar el caso del animal de la Fig. 6C. Este animal presentó un cuadro de decúbito, caracterizado por la flacidez generalizada de todos los músculos, evidenciado por el propio decúbito, el tortícolis por la flacidez de los músculos del cuello y la protrusión de la lengua, también por parálisis. El diagnóstico presuntivo era botulismo y al momento de la exploración se determinó que el animal debía ser eutanasiado. Una vez eutanasiado, para confirmar el diagnóstico, si bien esta enfermedad tiene un diagnóstico clínico bas-

tante certero, era necesario tomar muestras encéfalo y líquido cefalorraquídeo para la búsqueda de las toxinas. En este caso el diagnóstico final o definitivo se realiza en base a toda la historia previa, la sintomatología y el resultado de laboratorio.

En rumiantes, por lo tanto, la necropsia de los animales afectados por enfermedad del sistema nervioso central pasa a ser una técnica esencial. A la necropsia se debe de llegar con un diagnóstico presuntivo claro, porque la toma de muestras adecuada es fundamental para confirmar o descartar ese diagnóstico (**Paso 4**). La necropsia se hace completa y obviamente debe de incluir la extracción del encéfalo (Fig. 7), porciones de médula espinal en caso de sospecha de lesión medular (esto implica abrir, cortar la columna vertebral) y en casos de rabia (actualmente no hay casos de rabia herbívora en el Uruguay) también se recomienda la extracción de ganglios de Gasser, ubicada en la región próxima a la hipófisis, en el piso de la cavidad craneana.

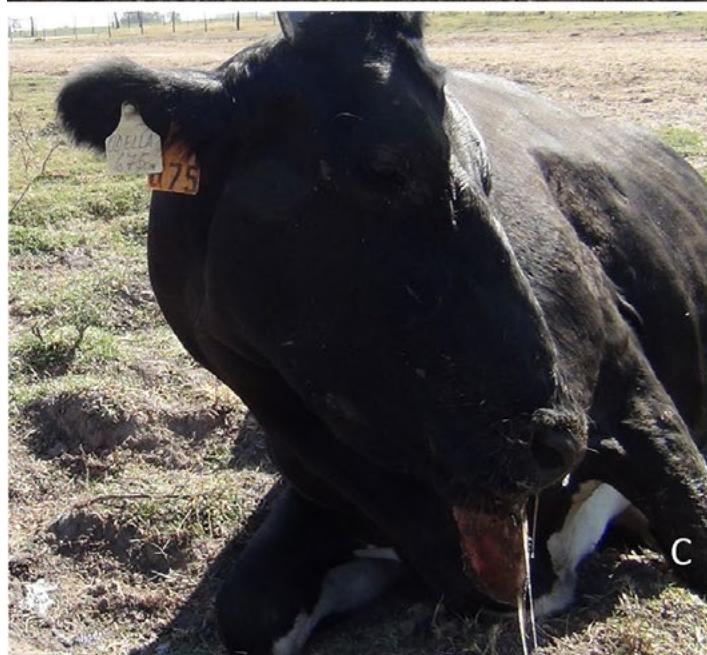
La remisión recomendada en caso de no tener lesiones macroscópicas en el sistema nervioso central o un diagnóstico muy claro es realizar el corte del encéfalo a



A



B



C



D

Figura 6. A. Vaca en decúbito esternal con alteración en la posición de los miembros posteriores. B. Vaca con aptitud de "perro sentado". C. Vaca en decúbito esternal, flexión del cuello y prolapsio de la lengua. D. Ternero en decúbito lateral, aparente opistotónos y extensión de miembros posteriores principalmente.

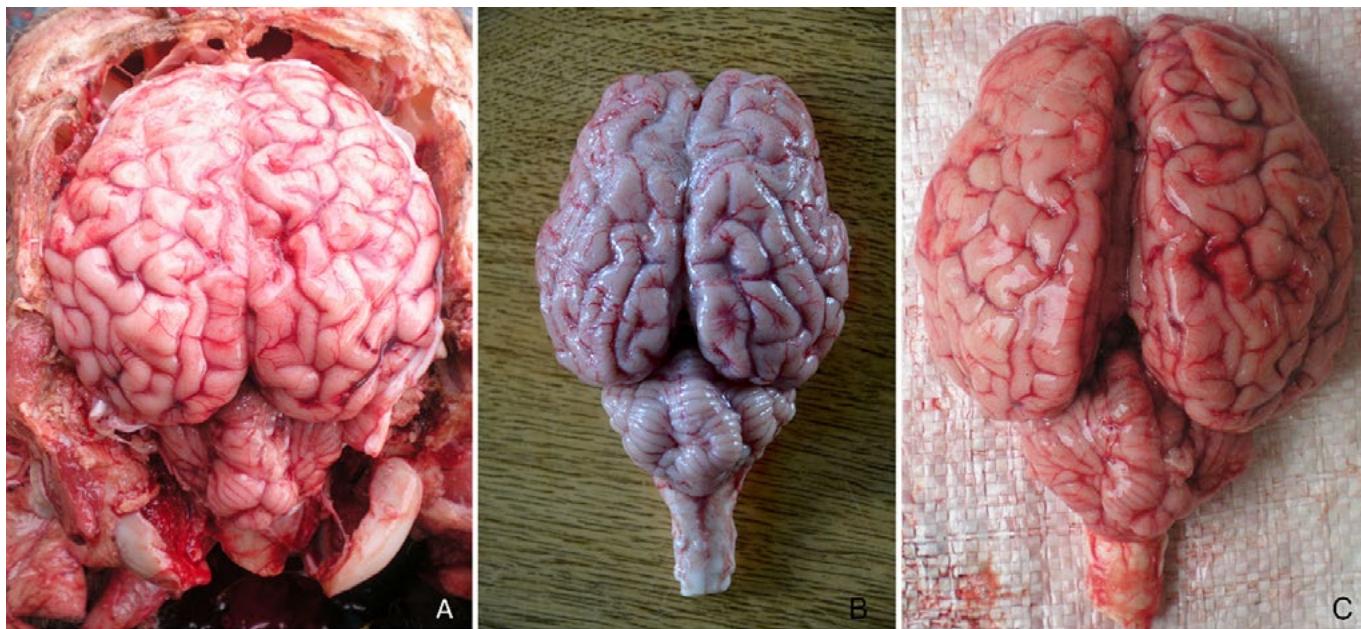


Figura 7. A. Apertura del cráneo. Encéfalo: cerebro, cerebelo y tronco encefálico de ovino (A) y bovino (B).

la mitad, remitiendo una mitad en formol bufferado al 10% y la otra mitad refrigerada. Lo ideal en caso de rumiantes es hacer la remisión a la DILAVE por ser el laboratorio de referencia para el Uruguay, especialmente la vigilancia de la Encefalopatía espongiforme bovina y otras encefalitis en ovinos. También es recomendable remitir en formol un trozo de cada órgano principalmente de corazón, pulmón, hígado, riñones, pre-estómagos, intestinos, linfodos, músculo y cualquier otro tejido que tenga lesiones macroscópicas. Esto es fundamental porque más allá de confirmar la enfermedad neurológica, en caso de no ser esa la principal enfermedad, se requiere del análisis de los demás órganos para aproximarse al diagnóstico.

5 – Conclusiones

Frente a casos clínicos en los que se sospecha de enfermedades que afectan el sistema nervioso de los rumiantes, es necesario establecer un método que asegure la correcta colecta de la información de la anamnesis, signos clínicos, examen clínico de manera de llegar a una conclusión lo más próxima posible al diagnóstico definitivo. Todos los pasos que el veterinario va realizando en el estudio del caso o casos clínicos, debe de ser registrado oportunamente para dejar constancia de lo actuado.

6 – Bibliografía

Barros, C. S. L., Driemeir, D., dos Santos Dutra, I., & Amaral de Lemos, R. (2006). *Doenças do sistema nervoso de bovinos no Brasil*. Vallée S.A.

Dilger Sanches, A. W., Langohr, I. M., Lücke Stigger, A., & Barros, C. S. L. (2000). Doenças do sistema nervoso central em bovinos no Sul do Brasil. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 3(20), 113–118.

Dyce, K. M., Sack, W. O., & Wensig, C. J. G. (1999). *Anatomía Veterinaria* (Segunda Edición). McGraw-Hill Interamericana.

Radostits, O. M., Gay, C. C., Hinchcliff, K. W., & Contable, P. D. (2007). *Veterinary Medicine* (O. M. Radostits, C. C. Gay, K. W. Hinchcliff, & P. D. Contable, Eds.; 10th Editi). Saunders Elsevier.

Radostits, O. M., Mayhew, I., & Houston, D. M. (2002). *Examen y diagnóstico clínico en veterinaria* (O. Radostits, I. Mayhew, & D. Houston, Eds.; Vol. 1). Ediciones Harcourt.

Riet-Correa, F., Riet-Correa, G., & Schild, A. (2002). Importância do exame clínico para o diagnóstico das enermidades do sistema nervoso em ruminantes e equídeos. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 4(22).

Riet-Correa, F., Schild, A. L., & Gevehr Fernandes, C. (1998). Enfermidades do sistema nervoso dos ruminantes no sul do Rio Grande do Sul. *Ciencia Rural, Santa Maria*, 28(2), 341–348.

Rissi, D. R., Pierezan, F., Oliveira-Filho, J. C., Luceña, R. B., Carmo, P. M. S., & Barros, C. S. L. (2010). Abordagem diagnóstica das principais doenças do sistema nervoso de ruminantes e equinos no Brasil. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 30(11), 958–967.

Santos, B. L., Estima-Silva, P., Coelho, A. C. B., Oliveira, P. A., Soares, M. P., Sallis, E. S. V., Bruhn, F. R. P., & Schild, A. L. (2018). Central nervous system disease of calves in southern Brazil: A contribution to the differential diagnosis. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 38(4), 685–691. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5360>

LISTERIOSIS EN RUMIANTES EN URUGUAY: HECHOS Y MITOS TRAS 9 AÑOS DE ESTUDIO

Carolina Matto

Laboratorio Regional Noroeste DILAVE "Miguel C. Rubino", Paysandú, Uruguay. Email: cmatto@mgap.gub.uy

1 – Resumen

Listeriosis es una enfermedad infecciosa ocasionada por bacterias del género *Listeria* y dentro de este, principalmente por *Listeria monocytogenes*. Si bien ha sido reportada en varias especies animales, afecta fundamentalmente a los seres humanos y rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos). En seres humanos es sobre todo una enfermedad transmitida por alimentos (ETA) asociada al consumo de productos de origen animal, de baja morbilidad en individuos sanos, pero alta letalidad en grupos de riesgo. En Uruguay existen varios reportes de casos en rumiantes basados únicamente en el diagnóstico histopatológico. Solo un trabajo previo incluyó el cultivo microbiológico de *Listeria*, pero con escaso éxito en el aislamiento. Además, no hay ninguna investigación local que haya descrito la epidemiología de la enfermedad, con lo cual, la información acerca de esta patología es escasa. El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis descriptivo de una serie de casos de listeriosis en rumiantes en Uruguay, partiendo de un diagnóstico realizado mediante técnicas de patología, microbiología tradicional y métodos moleculares. Para ello, se utilizaron las muestras de bovinos y pequeños rumiantes con sospecha clínica de padecer listeriosis, remitidas al Laboratorio Regional Noroeste de la DILAVE "Miguel C. Rubino" entre los años 2014 y 2022 inclusive. Se diagnosticaron 20 casos de listeriosis, 12 ocurrieron en bovinos (11 correspondieron a la forma nerviosa de la enfermedad y uno a un aborto de tercer tercio de gestación) y 10 en pequeños rumiantes (todos correspondientes a la forma nerviosa). La enfermedad se presentó principalmente en primavera y en menor proporción en invierno (68% y 32% de los casos, respectivamente), afectando a animales adultos (mayores a dos años) sobre todo en casos individuales, tanto a nivel de sistemas ganaderos extensivos como lecheros y sistemas de producción ovina. Otro dato relevante fue que el 45% de los casos en bovinos y el 80% en pequeños rumiantes no tenían antecedentes de consumo de alimentos ensilados. El abordaje del diagnóstico utilizando la patología, bacteriología y técnicas moleculares fue congruente y aportó información nueva sobre la enfermedad. En primer lugar, en la histopatología en los casos de neurolisteriosis se observó meningoencefalitis supurativa

con microabscesos en el tronco encefálico, y en el feto abortado hepatitis y nefritis necrosupurativa, lesiones características de la enfermedad en rumiantes. En segundo lugar, de los 22 casos estudiados en 20 hubo recuperación bacteriana (91%), donde *Listeria monocytogenes* se aisló en 16 casos y *Listeria innocua* en 4 casos, mientras que solo en dos no hubo recuperación de estos agentes. El hecho de haber aislado *L. innocua* en cuatro casos de neurolisteriosis es destacado, ya que existen solo dos reportes previos en la literatura científica. Otro resultado relevante fue la detección de vacas clínicamente sanas que excretaban *L. monocytogenes* y *L. innocua* en materia fecal, lo que constituye una fuente de mantenimiento y dispersión del agente en el ambiente de los predios agropecuarios. Los serotipos de *L. monocytogenes* 4b, 1/2b y 1/2a recuperados tanto de casos clínicos como de animales excretores, correspondieron a los más frecuentemente reportados en casos humanos y animales a nivel mundial. En la secuenciación completa del genoma realizado a los dos primeros aislamientos de *L. innocua* recuperados de casos clínicos, se observó que ambos eran genéticamente muy próximos y que portaban genes de virulencia de *L. monocytogenes* llamados "menores". Los resultados de este trabajo, plasmados en cuatro publicaciones científicas, han aportado información nueva sobre la enfermedad en rumiantes y el posible rol que estos tienen como fuente potencial de contaminación de productos alimenticios de origen animal. Con lo cual, estos resultados indican que sería conveniente realizar una vigilancia activa de los casos de listeriosis en rumiantes, para disponer de un número mayor de cepas y profundizar en su estudio molecular, a fin de avanzar en su relacionamiento epidemiológico, que permitan elaborar y evaluar medidas específicas de control.

PALABRAS CLAVE: encefalitis, bacteria, bovino, ovinio, pastura, torneo, aborto.

2 – Summary

Listeriosis is an infectious disease caused by bacteria of the genus *Listeria*, being *Listeria monocytogenes* the most important specie among them. Although the disease had been reported in many species, it affects mainly humans and ruminants (cattle, sheep and goats). In humans is a foodborne disease, associated frequently to the con-

sum of animal-origin food, of low morbidity in healthy individuals but of high lethality in at-risk groups. In Uruguay there are many reports of the disease in ruminants in which the diagnose is based only in histopathology. There was only one previous report that included bacteriological culture of *Listeria*, but the success in the isolation was low. Furthermore, until now there is not any local investigation that described the epidemiology of the disease so, the information about this pathology is scarce. The aim of this work was to make a descriptive analysis of a case series of listeriosis in ruminants in Uruguay, through a diagnose that included pathology, bacteriology and molecular methods. Samples of cattle and small ruminants with clinical suspects of listeriosis sent to the Laboratorio Regional Noroeste DILAVE "Miguel C. Rubino" between 2014 and 2022 were used. Twenty-two cases of listeriosis were diagnosed, 12 cases were in cattle (11 were the nervous form of the disease and one a late-term abortion) and 10 cases in small ruminants (all of them neurolisteriosis). The disease occurred in spring and less frequently in winter (68% and 32% of cases, respectively), affecting adults (2 years-old or more) mainly isolated cases, in extensive beef cattle operations as well as dairy farms and sheep farms. Another relevant finding was that 45% of cattle and 80% of small ruminant cases had not previous history of silage feeding. The diagnose using pathology, bacteriology and molecular methods was congruent and added new information about the disease. First, at histopathology in neurolisteriosis cases there was a suppurative meningoencephalitis with microabscesses in the brainstem, and in the aborted fetus necrosuppurative nephritis and hepatitis, characteristic lesions of the disease in ruminants. Second, of the 22 cases studied in 20 there was bacterial recovering (91%), in which *Listeria monocytogenes* was isolated in 16 cases and *Listeria innocua* in four, only in two cases there was no bacterial growth. It is noteworthy the fact of diagnosed four cases of neurolisteriosis due to *L. innocua*, because there are only two previous reports in scientific literature. Another relevant finding was the detection of clinically healthy cows that shed *L. monocytogenes* and *L. innocua* in feces, being a source of maintenance and bacterial spread in the farm environment. Serotypes of *L. monocytogenes* 4b, 1/2b and 1/2a recovered from clinical cases as well as fecal shedders, belong to the most frequent human and animal cases worldwide. In the whole genome sequencing made to the first two *L. innocua* isolates, it was found out that were closely related to each other and, both carried virulence genes of *L. monocytogenes* called "minor". The results of this work, published in four scientific peer-review papers, bring new information about the disease in ruminants

nants and the role that they can poses as potential source of animal-origin food products. Therefore, these results highlight the requirement to make an active surveillance of clinical cases of listeriosis in ruminants to recover more isolates, making molecular studies to have a more extensive comprehension about epidemiological relationships, to made and asses specific control measures.

PALABRAS CLAVE: encefalitis, bacteria, cattle, sheep, pasture, circling, abortion.

3 – Introducción

Listeriosis es una enfermedad infecciosa causada por bacterias Gram positivo, del género *Listeria*, principalmente *Listeria monocytogenes* y menos frecuentemente por otras especies como *L. innocua*, *L. ivanovii*, *L. seeligeri* o *L. grayi*. La enfermedad se ha reportado en diversas especies como camélidos sudamericanos, aves, cerdos, pequeños animales, equinos y también en animales salvajes. Sin embargo, los rumiantes domésticos y los seres humanos son los hospederos más frecuentemente afectados.

Con respecto a los seres humanos, la enfermedad se transmite a través del consumo de alimentos contaminados (ETA) o, verticalmente al feto/recién nacido en el caso de mujeres embarazadas/puérperas por infección transplacentaria ó contaminación durante el pasaje por el canal del parto, provocando enfermedad neonatal tardía. La enfermedad tiene una presentación clínica variable, desde una gastroenteritis febril, leve y autolimitada a cuadros invasivos severos, potencialmente mortales, como bacteriemia y meningitis en los grupos de riesgo (adultos mayores, inmunodeprimidos, neonatos y embarazadas). Las embarazadas al ser infectadas con *L. monocytogenes* cursan un síndrome gripal o una infección asintomática, que puede resultar en abortos, partos prematuros, infección neonatal o muerte fetal.

Como ya se mencionó, los rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos) son particularmente susceptibles a la infección. La forma nerviosa (o neurolisteriosis) es la presentación clínica más común, dada por lesiones en el tronco encefálico. Con respecto a la patogenia, esta no ha sido completamente dilucidada aún. Diversos autores proponen que *Listeria* accede a las terminales nerviosas por lesiones en las barreras mucocutáneas (principalmente ocular, oral o de tracto digestivo) y a través de los nervios mediante migración intraaxonal centrípeta llega al tronco encefálico.

En rumiantes además se han reportado otras formas clínicas severas de presentación menos frecuente, como abortos de último tercio, septicemia neonatal y más raramente, mastitis, gastroenteritis, dermatitis y queratoconjuntivitis.

juntivitis/uveítis.

En Uruguay el primer brote de listeriosis en rumiantes se reportó en el año 1960, donde se afectaron 54 ovinos que presentaron la forma nerviosa de la enfermedad (Leaniz et al. 1960). Hasta la actualidad, se han descrito algunos casos individuales o colectivos en ovinos (Dutra 2011, 2012, 2015, Prelasco et al. 2013, Costa et al. 2018) y en bovinos (Easton et al. 2012; Dutra 2019, 2020). Sin embargo, estos reportes basaron su diagnóstico en las lesiones observadas en el estudio histopatológico y en algunos casos, ensayos de inmunohistoquímica, pero en ninguno se realizó cultivo y aislamiento bacteriológico para confirmar la etiología. Además, no se había realizado hasta este momento un análisis descriptivo pormenorizado de la enfermedad en rumiantes, donde se describan sus formas clínicas, especies y categorías afectadas, frecuencia de la enfermedad en los distintos sistemas de producción, estacionalidad, tipo de alimentación, entre otros.

En el año 2014 el Laboratorio Regional Noroeste de la DILAVE “Miguel C. Rubino”, con apoyo del Departamento de Bacteriología y Virología del Instituto de Higiene (Facultad de Medicina, Udelar) comenzó a implementar más técnicas para el abordaje del diagnóstico en muestras de animales con sospecha clínica de listeriosis. Estas incluyeron: histopatología, inmunohistoquímica, cultivo y aislamiento bacteriológico y técnica moleculares con el fin de profundizar en la caracterización de los aislamientos recuperados.

Además, se llevaron adelante varios muestreos sobre el ambiente, alimentos y bovinos de predios ganaderos y lecheros en diferentes partes del país. Los resultados se publicaron en distintas revistas indexadas a nivel nacional como internacional (Matto et al. 2017; 2018; 2019; 2022; 2023). Aunque, aún nos encontramos en proceso de reportar hallazgos y resultados que hemos obtenido durante estos años de trabajo en conjunto.

Este trabajo fue financiado parcialmente por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) como Fondo Sectorial de Salud Animal (FSSA): 2019-1-160057.

4 – Desarrollo

¿Qué aprendimos sobre listeriosis en estos 9 años de estudio?

4.1. Epidemiología de la enfermedad

Entre 2014 y 2022 se diagnosticaron 22 casos de listeriosis en bovinos, ovinos y caprinos. Doce ocurrieron en bovinos, en los cuales 11 correspondieron a la forma nerviosa de la enfermedad y uno a un aborto de tercer

tercio de gestación. Mientras que en pequeños rumiantes, se registraron 10 casos de la forma nerviosa de la enfermedad, 9 afectando ovinos y 1 a un caprino.

En este período de estudio, detectamos más casos en bovinos que en pequeños rumiantes. Sin embargo, la bibliografía menciona que los ovinos son más susceptibles a la enfermedad que los bovinos o caprinos. Nuestro resultado se podría relacionar al valor económico de los animales, ya que un ovino individualmente tiene un valor muy inferior a un bovino. Es probable además, que el hecho de detectar menos casos en ovinos se explique por las características de los sistemas de producción ovina de Uruguay. En base a datos oficiales, sabemos que la mayoría de los ovinos se encuentra en el norte del país, con lo cual están relativamente alejados de los laboratorios de diagnóstico y, en sistemas de producción de tipo extensivo. Si a estos datos se suma el hecho de que la mayoría de los casos de listeriosis son individuales, como describiremos a continuación, es probable que no se remita material para diagnóstico de uno o unos pocos animales afectados en un predio y en consecuencia, haya un sub registro de la enfermedad en ovinos.

La enfermedad ocurrió más frecuentemente en bovinos y pequeños rumiantes adultos (75% y 80% de los casos, respectivamente), al igual que varios reportes regionales e internacionales. Tomando en cuenta la patogenia de la enfermedad, no es posible una explicación a este hallazgo, y en esa línea algunos autores sugieren que no existe una predisposición por edad para la enfermedad. Por otro lado, tanto en bovinos como en pequeños rumiantes predominaron los casos individuales sobre los brotes colectivos. La mediana de la morbilidad en los casos bovinos fue de 1,4%, mientras que en pequeños rumiantes fue de 0,8%. La letalidad fue del 100% en todas las especies. Varios reportes mencionan la misma situación que la observada en este trabajo, con uno o unos pocos animales afectados en un rodeo o majada. Este hecho establece la hipótesis de que la enfermedad podría ocurrir por exposición desigual a la bacteria en el ambiente de los predios, al consumo repetido de alimentos contaminados, a la presencia de factores que debilitan la respuesta inmune de los animales o todos simultáneamente. Sin embargo, hasta ahora los factores predisponentes para la enfermedad en los rumiantes no están del todo esclarecidos.

Se observó una clara estacionalidad en la presentación de la enfermedad tanto en bovinos como pequeños rumiantes, siendo la primavera la estación del año con más casos (15/22, 68%) y en segundo lugar el invierno (7/22, 32%). Este hecho tiene similitud con varios reportes de la enfermedad tanto en el hemisferio norte como

en el hemisferio sur. El predominio de los casos de listeriosis durante primavera se podría relacionar a eventos previos de alta exposición a la bacteria, ya que el período de incubación de la forma nerviosa varía de una a siete semanas. En ese sentido, Nightingale et al. (2005), Mohammed et al. (2009) y Strawn et al. (2013) han reportado que en el invierno se encuentra la mayor prevalencia de *L. monocytogenes* en el ambiente de predios agropecuarios. Además, la humedad tiene influencia en la presencia de *L. monocytogenes*, ya que se ha observado una mayor prevalencia de la bacteria en suelos y pasturas con alta humedad.

Durante el estudio se registraron casos de listeriosis en 18 establecimientos de 10 de los 19 departamentos del país (53%), la mayoría ubicados dentro del área de influencia del Laboratorio Regional Noroeste. Tres predios presentaron casos de la enfermedad en más de una oca-

sión. Tomando en cuenta que en este trabajo se detectaron casos de listeriosis en varios departamentos, sumado a que la enfermedad se observó en diferentes sistemas de producción, tanto de ganado de carne como lechero y en ovinos, podemos pensar que es probable que la enfermedad ocurra a lo largo de todo Uruguay. Este resultado concuerda y refleja la información sobre la enfermedad que posee la Unidad de Registros de Diagnóstico (UNIRRADD) de DILAVE, donde entre los años 1991 a 2021 se diagnosticaron focos de listeriosis en rumiantes en 16 de los 19 departamentos del país (84%) (Dutra 2023, comunicación personal).

En los casos registrados en bovinos se analizó también el giro productivo de los predios donde ocurrió la enfermedad, siendo que la misma fue más frecuente en sistemas ganaderos que lecheros (ocho y cuatro casos, respectivamente). Dentro de los sistemas ganaderos se

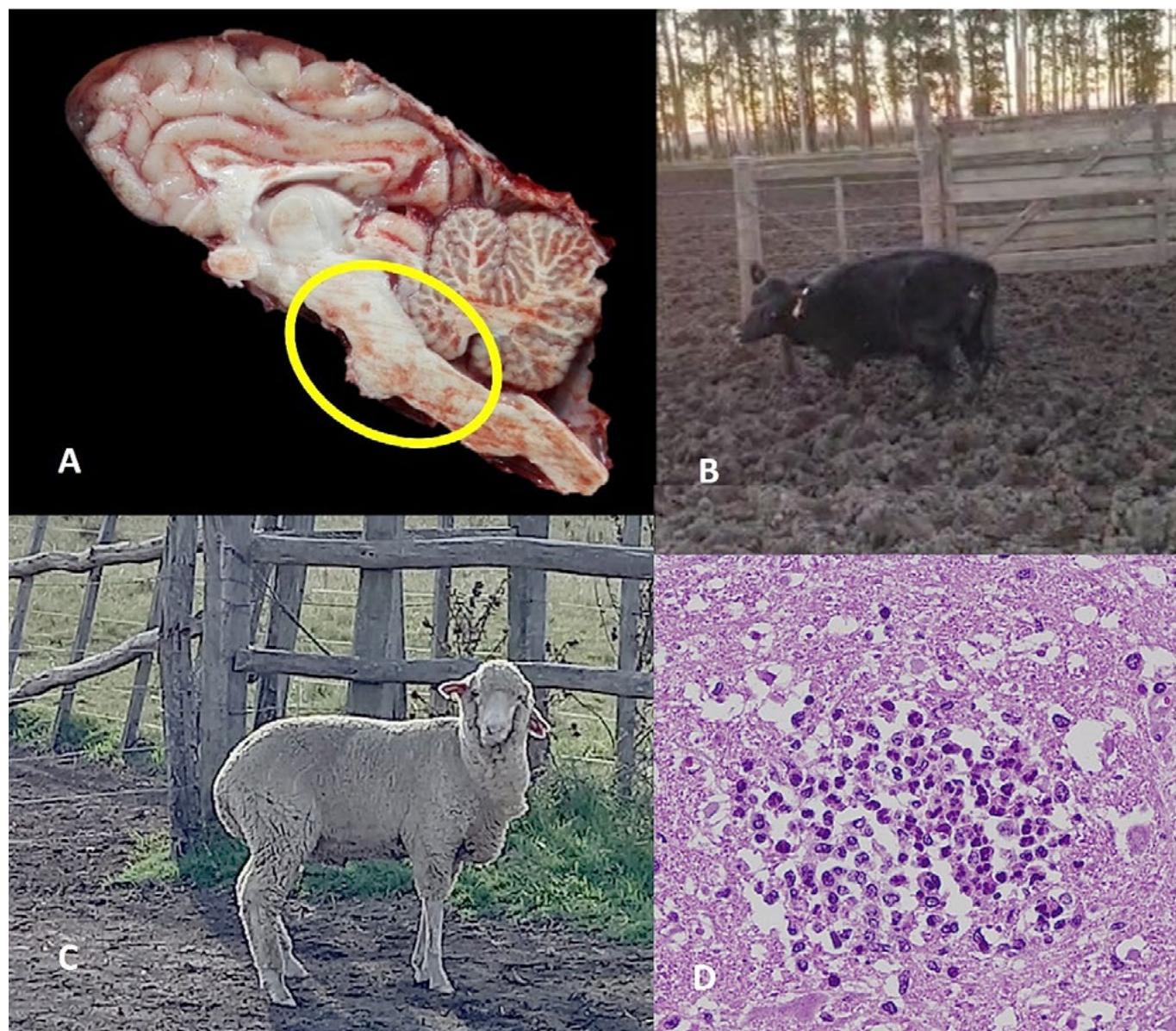


Figura 1: Listeriosis en rumiantes. A: Encéfalo, las lesiones por *Listeria* se localizan en el tronco encefálico. B: Vaquilla con cuadro de neurolisteriosis, marcha en círculos hacia el mismo lado (torneo). C: Borrego con cuadro de neurolisteriosis, parálisis facial unilateral izquierda caracterizada por caída de oreja, párpado, narina y labio. D: Encéfalo (tronco encefálico) acúmulo focal de neutrófilos viables en neuroparenquima (microabsceso), HE, 200x.

registraron tres casos en cría extensiva, dos casos en recría, un caso en invernada, uno en feed lot y otro en una cabaña de reproductores.

Con respecto a los antecedentes de alimentación, en los casos registrados en bovinos y en pequeños rumiantes, hubo un alto porcentaje sin antecedentes de consumo de ensilados (45% y 80% respectivamente). Tradicionalmente la bibliografía asocia la enfermedad al consumo de ensilados contaminados con *Listeria*. Aunque muchos autores cuestionan este hecho y se ha probado mediante estudios epidemiológicos en predios agropecuarios, que pueden ocurrir casos de listeriosis asociados al consumo de pasturas contaminadas, agua de bebida o suelo. Trabajos realizados en Uruguay constataron la presencia de *L. monocytogenes* en pasturas implantadas consumidas por bovinos (Matto et al. 2017, 2018), así como de *L. innocua* en pasturas, raciones, ensilaje y fardos, lo que indica que en estos alimentos estaban dadas las condiciones para el desarrollo de *L. monocytogenes* (Matto et al. 2017, 2018). Considerando además que *Listeria* es capaz de tolerar un amplio margen de pH (4,5 a 9,0) y temperatura (1°C a 45°C), este agente puede permanecer y distribuirse en el ambiente de los predios agropecuarios, como ha sido demostrado por diversos autores. Esto podría explicar el hecho de que algunos predios estudiados en este trabajo presentaron casos de la enfermedad en diferentes meses o años, inclusive por diferentes especies o serotipos de *Listeria*.

4.2. Formas clínicas y especies de *Listeria* asociadas a enfermedad en rumiantes

La forma nerviosa de la enfermedad fue la presentación clínica predominante tanto en bovinos como en pequeños rumiantes (21 de 22 casos analizados), en concordancia con reportes regionales e internacionales.

Los síntomas clínicos se asocian a la ubicación de la lesión a nivel de tronco encefálico, dada principalmente por la afectación de los pares craneanos (Figura 1A). Los síntomas más frecuentes fueron: marcha en círculos hacia un solo lado (torneo), parálisis facial unilateral (caída de oreja, párpado, narina y labio) e/o hipoalgesia de la cara, dificultades masticatorias y babeo, nistagmo, desvío lateral de la cabeza y otros signos más inespecíficos como depresión, anorexia o ataxia (Figura 1B y 1C).

En todas las muestras de SNC examinadas mediante histopatología se observó la lesión en el tronco encefálico, caracterizada por una meningoencefalitis supurativa con microabscesos (Figura 1D). De los 22 casos, en 20 se obtuvo aislamiento bacteriológico de *Listeria* a partir de una muestra refrigerada de tronco encefálico o hígado y pulmón fetal. De los 20 aislamientos recuperados,

16 fueron tipificados como *L. monocytogenes* y 4 como *L. innocua* por pruebas bioquímicas y moleculares, confirmadas posteriormente por secuenciación de genoma completo (WGS).

Otro hallazgo de relevancia obtenido durante este trabajo fue el diagnóstico de cuatro casos de listeriosis nerviosa (tres en bovinos y uno en un ovino) asociados a infección por *L. innocua* no hemolítica. En todos casos se observó la misma lesión histológica que la ocasionada por *L. monocytogenes* pero de menor severidad. La secuenciación genómica de los dos primeros aislamientos demostró que ambos eran genéticamente muy próximos a pesar de corresponder a casos clínicos distantes geográficamente y sin vínculos epidemiológicos evidentes entre sí, y que además, poseían 13 genes de virulencia de *L. monocytogenes* conocidos como "menores" (Matto et al. 2022). Estos casos fueron los primeros reportados en Uruguay y en el hemisferio sur, reforzando el valor del aislamiento bacteriológico como forma de obtener conocimiento preciso de los agentes causantes de enfermedad en los rumiantes.

Además, el diagnóstico de enfermedades en rumiantes con síntomas nerviosos es relevante, ya que indirectamente se realiza vigilancia pasiva de enfermedades de impacto en el comercio de productos de origen animal y/o zoonosis como Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB), Rabia, Scrapie, Maedi-Visna y Artritis-Encefalitis Caprina (CAE).

Los datos colectados en este trabajo nos indican que el aborto y muerte perinatal por infección *in utero* por *Listeria* en Uruguay es un evento raro. En 197 fetos bovinos examinados en nuestro laboratorio entre 2014-2021, solo hubo un caso de aborto por *L. monocytogenes*. Mientras que en ovinos, en 18 fetos recibidos no se registraron casos. Situación similar se reporta en la región, donde se describen escasos abortos o casos de muerte perinatal en Argentina y Brasil.

4.3. Los rumiantes son afectados principalmente por cepas hipervirulentas de *Listeria monocytogenes*

En el marco de este trabajo se realizó la secuenciación de genoma completo (WGS) a los 16 aislamientos de *L. monocytogenes* aislados de casos clínicos en rumiantes. Las secuencias genómicas fueron caracterizadas utilizando técnicas de Multilocus sequence typing (MLST, Ragon et al. 2008) y core-genome MLST (cg-MLST) (Moura et al. 2016). Estas técnicas nos permiten caracterizar en profundidad los aislamientos, compararlos con otros de distintas partes del mundo e inclusive con aislamientos obtenidos en otras especies, como seres

humanos.

De estos análisis obtuvimos que el 56% (9/16) de los aislamientos de *L. monocytogenes* corresponden a los llamados “hipervirulentos”, por estar sobrerepresentados en casos de listeriosis en humanos y rumiantes en Europa y Norteamérica, y por poseer además, factores de virulencia extra, en este caso, el cluster LIPI-3.

4.4. Los bovinos son portadores asintomáticos de *Listeria*

A lo largo de este estudio se detectó la presencia de bovinos de carne (concretamente vacas de cría) (Matto et al. 2019) y bovinos lecheros (vacas en ordeño) (Matto et al. 2017, 2018) que excretaban *L. monocytogenes* o *L. innocua* por materia fecal. Este hallazgo es importante, ya que se postula que los bovinos actúan como dispersores de la bacteria en el ambiente de los predios agropecuarios y constituyen además, posibles fuentes de contaminación de los principales productos de origen animal como la carne y la leche. En ese sentido, los lácteos (fundamentalmente quesos frescos), fiambres y embutidos son una de las principales fuentes de infección para los seres humanos, además de puerta de entrada de la bacteria a las industrias alimenticias. Ratificando la relevancia de los alimentos de origen animal como posible fuente de infección para los humanos, un relevamiento reciente en Uruguay de diferentes alimentos, detectó un mayor porcentaje de *L. monocytogenes* en alimentos congelados y quesos (Braga et al. 2017).

4.5. Es posible que la leche y la carne uruguaya esté contaminada con *Listeria*

Enmarcado en el concepto de “Una Salud” y tomando como base lo ya mencionado, que los bovinos en nuestro país excretan *Listeria* por materia fecal, en el proyecto FSSA nos propusimos realizar un muestreo en: i) leche de tanque de frío de 80 tambos de la cuenca litoral norte (Río Negro, Salto y Paysandú) y, ii) en 457 carcasas bovinas faenadas en distintos establecimientos habilitados en el litoral de Uruguay.

Brevemente, los principales resultados fueron que: i) la prevalencia de *Listeria* spp. en leche de tanque fue de 3,75%, donde todos los aislamientos correspondieron a *Listeria innocua*. ii) Mientras que, en carcasas bovinas la prevalencia de *Listeria* spp. fue de 49,7%, siendo *L. innocua* el agente más frecuentemente aislado (97,35%) seguido por *L. monocytogenes* (1,32%) y por *L. innocua* atípica (1,32%). En ambos muestreos la presencia de *L. innocua* nos indica que están dadas las condiciones para el desarrollo de *L. monocytogenes* en la carne y la leche, entrando así a la cadena de producción de alimentos para consumo humano. Estos resultados sugieren que

es importante continuar investigando el vínculo entre los animales, predios y los alimentos de origen animal con el objetivo de prevenir la contaminación cruzada.

5 – Referencias bibliográficas

- Braga V, et al. (2017). Prevalence and serotype distribution of *Listeria monocytogenes* isolated from foods in Montevideo-Uruguay. *Braz. J Microbiol.* 48 (4): 689-694.
- Costa RA, et al. (2018) Romboencefalite por *Listeria monocytogenes* em ovinos criados a pasto. *Pesq. Vet. Bras.* 38(supl.): 113-115.
- Dutra (2020, 2019, 2015, 2012, 2011) Archivo Veterinario del Este. <https://www.smvu.com.uy/moduloBiblioteca>.
- Easton C, et al. (2012) Estudio retrospectivo para la identificación de agentes infecciosos que provocan encefalitis en bovinos de Uruguay. *Vet. (Montevideo)* 48 (186): 13-18.
- Leaniz R, et al. (1960) Listeriosis en ovinos. Su comprobación en el Uruguay. Publicación Cátedra de Enfermedades Infecto-contagiosas de la Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay. 14p.
- Matto C, et al. (2023) *Listeria innocua* and serotypes of *Listeria monocytogenes* isolated from clinical cases in small ruminants in the northwest of Uruguay. *Pesq. Vet. Bras.* 43, e07174.
- Matto C, et al. (2022) *Listeria innocua* isolated from diseased ruminants harbour minor virulence genes of *L. monocytogenes*. *Vet. Med. Sci.* 8(2):735-740.
- Matto C, et al. (2019) Detección de *Listeria monocytogenes* en un rodeo de bovinos de carne en el que previamente ocurrió un caso clínico de listeriosis nerviosa. *Vet. (Montevideo)* 211(3): 14-20.
- Matto C, et al. (2018) Detection of *Listeria* spp. in cattle and environment of pasture based dairy farms. *Pesq. Vet. Bras.* 38(9): 1736-1741.
- Matto C., et al. (2017) Rhombencephalitis caused by *Listeria monocytogenes* in a pastured bull. *J. Vet. Diagn. Invest.* 29(2): 228-231.
- Mohammed HO, et al. (2010) The risk of *Listeria monocytogenes* infection in beef cattle operations. *J Appl Microbiol.* 108(1):349-56.
- Moura A, et al. (2016) Whole genome-based population biology and epidemiological surveillance of *Listeria monocytogenes*. *Nature Microbiol.* (2). DOI: 10.1038/nmicrobiol.2016.185.
- Prelasco M, et al. (2013) Enfermedades de pequeños rumiantes diagnosticadas en el laboratorio de Anatomía patológica DILAVE Montevideo (2002 - 2012). Poster, XLI Jornadas Uruguayas de Buiatria, Paysandú. Pp: 188-189.
- Nightingale KK, et al. (2005) Evaluation of farm management practices as risk factors for clinical listeriosis and

fecal shedding of *Listeria monocytogenes* in ruminants. J. Am. Vet. Med. Assoc. 227:1808-1814.

Ragon M, et al. (2008) A new perspective on *Listeria monocytogenes* evolution. PLoS Pathogens, 4(9): e1000146

Strawn LK, et al. (2013) Landscape and meteorological factors affecting prevalence of three food-borne pathogens in fruit and vegetable farms. App. Environ. Microbiol. 79(2): 588-600.

PUESTA AL DÍA SOBRE LA PÉRDIDA DE PREÑEZ EN BOVINOS DE CARNE

*Odile Polanco, Ky G. Pohler**

Department of Animal Science, Texas A&M University, College Station, TX, USA

* Area of Excellence, Texas A & M University, College Station, TX 77843, USA

Email: ky.pohler@ag.tamu.edu

1 – Resumen

Los productores de ganado de carne apuestan a que cada una de sus vacas produzca un ternero comercializable cada año para mantener una explotación sustentable. Dentro del primer mes de gestación se han registrado pérdidas de preñez de hasta un 40-50%. Desde la fertilización al nacimiento hay numerosos factores que contribuyen a la falla reproductiva. La habilidad para predecir acertadamente la pérdida reproductiva continua siendo la limitante mayor. Los análisis sanguíneos para detectar cambios químicos en la circulación materna han llevado a dirigir la atención al monitoreo embrionario y fetal y son usados para realizar predicciones sobre las pérdidas reproductivas (Poliakowski et al, 2025). Otros factores contribuyentes con la infertilidad embrionaria temprana incluyen concentración hormonal y estrés calórico. Luego de que el embrión entra en el útero, se vuelve crítico para el útero ser receptivo para el desarrollo del concepto. El embrión entonces comienza a elongarse y segregar el interferón tau para comenzar con el reconocimiento materno de la preñez; un requisito para establecer y mantener las preñeces bovinas. Luego de que la preñez completa estos pasos, comienza la placentación activa alrededor del día 22 de la preñez que se prolonga hasta la órganogénesis. La fase fetal sigue a la fase embrionaria donde las enfermedades y/o las toxinas son las causantes frecuentes de las pérdidas de preñez en este período. Sin embargo, la mortalidad fetal ha sido reportada en ocurrir en menos del 10% de las preñeces. Se asume de que los muchos factores que influyen en la infertilidad precisan investigarse más para aumentar el éxito de las preñeces en el ganado de carne. Esta revisión apunta a discutir los métodos corrientes empleados para detectar la preñez y su confiabilidad.

PALABRAS CLAVE: Pérdida de preñez, PAGs, desarrollo fetal, mortalidad embrionaria.

KEYWORDS: Pregnancy loss, PAGs, fetal development, embryonic mortality

2 – Summary

Pregnancy loss in beef cattle is a major challenge affecting productivity and profitability, with up to 50% of losses occurring within the first month of gestation. Factors contributing to loss include hormonal imbalances, environmental stress, uterine receptivity, placental development, and infectious diseases. Early detection methods such as pregnancy-associated glycoprotein (PAG) assays and ultrasonography are used to monitor pregnancy status and viability, though their accuracy varies by timing and technique. The embryonic phase is particularly vulnerable, with significant loss occurring before day 32. Research also highlights the importance of sire contribution to pregnancy outcomes, challenging traditional views of male influence being limited to fertilization. As gestation progresses, risks shift toward fetal health and external threats such as pathogens and poor nutrition. Further research is necessary to improve reproductive efficiency, identify critical windows of vulnerability, and apply these findings to both animal and human reproductive medicine.

3 – Introducción

Una preñez exitosa que resulte en una cría viva y sana es esencial en todas las especies para mantener la población (Smith et al., 2022). Una preñez exitosa empieza con la fertilización de un ovocito por un esperma y deberá continuar con una serie de eventos que resultarán exitosamente con un ternero vivo. Sin un ternero vivo para comercializar anualmente, un establecimiento criador tendrá más probablemente una ganancia menor, esto puede ser mitigado por la implementación de buenas estrategias reproductivas, de manera que no solo obtendremos más terneros por año sino que también mejora genética, intervalos inter parto más cortos, aumento del número de vaquillonas de reemplazo, disminución de los costos asociados con nutrición, tratamientos y descartes prematuros de animales. Ningún productor puede llegar a un 100% de parición en un rodeo y la razón principal para ello es la infertilidad. En bovinos de carne y de leche, la ineficiencia reproductiva ha sido reportada con un costo de un billón de dólares para el total de productores.

(USDA., 2010). Aproximadamente 34,5% de todos los productores de ganado de carne de USA usa la detección de preñez como método de manejo para determinar si las vacas están preñadas y emplean esta herramienta para decidir sobre los descartes (Lamb et al., 2014).

La preñez temprana contiene varios mojones de desarrollo críticos y las pérdidas de preñez pueden ocurrir a lo largo de este periodo (Poliakowski et al, 2025). Tanto los bovinos de leche como los de carne tienen tasas de fertilización relativamente altas, con la mayoría de los embriones viables 7 días post inseminación (Pohler et al., 2020). Cuando se discute sobre pérdida de preñez, podemos sub clasificar estos períodos de tiempo dependiendo del momento considerado durante la gestación, en el cual sucede esta pérdida, para entender con más precision las causas que puedan contribuir a esta. Podemos dividir los períodos de gestación bovina en: fertilización (0-7 días), desarrollo embrionario temprano (8-32d) y desarrollo embrionario tardío/desarrollo fetal temprano (32- parto). Cada uno de estos representará una llave focal que debe ser considerada con relación a la pérdida de preñez.

4 – Desarrollo

Luego de que ocurre la fertilización y el embrión entra en el útero una serie de procesos de divisiones y de diferenciación celular conducen a la formación de los tres primeros tipos de células en el embrión: epiblasto (precursor de feto), hipoblasto (precursor del endodermo extra embrionario incluyendo el saco vitelino) y trofectodermo (precursor de placenta). Alrededor de los días 12-14 post fertilización, el embrión comienza a elongarse, entonces se produce una rápida proliferación de las células del trofectodermo del concepto (Forde and Lonergan et al., 2012). Durante este momento, es crucial para el embrión enviar una señal de su presencia al sistema materno, y lo hace segregando el interferon tau, de forma que el rechazo por parte de la madre no ocurre. Esta secreción interfiere con el mecanismo luteolítico regular y permite sobrevivir al embrión. Este reconocimiento de la preñez debe ocurrir para que el cuerpo lúteo pueda ser “salvado” de los efectos pulsátiles de la PGF2α (Smith et al., 2022). La investigación muestra que el 47.9% de las hembras de carne preñadas experimentarán pérdida de la preñez durante el primer més de la gestación luego de la primera inseminación con la porción mayor (32.3%) ocurriendo antes del 16 día de gestación y un 15.6% adicional afectando las preñeces entre los días 16-32 post inseminación (Neupane et al., 2017). La confirmación de la preñez es una herramienta fundamental para medir la eficiencia reproductiva; los datos generados son usados

para monitorear directamente el éxito reproductivo en una granja o para estudiar indirectamente la tendencia de la fertilidad nacional. Se ha estimado que la pérdida de preñez en los bovinos de carne en USA resulta en una gran pérdida de 3.7 billones de dólares de ganancia (Lonergan et al., 2016).

En rumiantes, las células trofoblásticas gigantes binucleadas (BNCs) aparecen en el epitelio luminal uterino alrededor de los días 19-21 de gestación y migran a través de la unión microvillar para fusionarse con el epitelio uterino. La exocitosis de las BNCs descargan sus contenidos (hormonas, lactógeno placentario y glicoproteínas asociadas con la preñez) en el estroma uterino que entra en la circulación maternal a través de la membrana basal (Wooding et al., 1982; 1983). Basado en esto, pueden usarse diferentes métodos para diagnosticar la preñez en los bovinos. Para una detección temprana (~28 días) podemos emplear Glicoproteínas Asociadas a la Preñez (GAP), estas glicoproteínas son únicas para la placenta del rumiante y pueden detectarse en el torrente sanguíneo o leche, la detección puede ocurrir cuando un embrión/ feto está presente (Wallace et al., 2015). A medida que la gestación progresá la concentración de las GAPs aumenta también. La concentración de las GAPs también puede ser una herramienta útil para darnos información sobre la viabilidad de una preñez. Los datos de Peixoto et al., en 2021 concluyeron que las vacas que experimentaron pérdida de preñez tuvieron concentraciones menores de GAPs comparadas con las que la mantuvieron. De la misma forma, las vacas que tuvieron concentraciones circulantes menores de GAPs al día 28 tuvieron tasas más altas de mortalidad embrionaria/fetal entre los días 28-72 cuando fueron comparadas con las vacas que tuvieron concentraciones circulantes más altas de GAPs al día 28 (Pohler et al., 2013).

Otro método que puede ser usado para detectar preñez temprana es la ultrasonografía, que puede usarse tan temprano como a los 28 días. Este método requiere una inversión para la adquisición del ecógrafo y debería ser practicada por un técnico experimentado que pueda identificar precisamente el embrión y las diferentes estructuras en el tracto de la hembra así como la viabilidad del cuerpo lúteo escaneando los ovarios con un doppler a color. La investigación en curso ha hecho posible usar la ultrasonografía Doppler a color para diagnosticar preñez a los 20 días, sin embargo, debería realizarse más investigaciones al respecto antes de implementar esta técnica. Además de diagnosticar preñez, nos permite cerciorarnos de la estructura del tracto reproductor y detectar cualquier anormalidad que pueda estar presente.

Hacia el final del periodo embrionario temprano y el

comienzo del período embrionario tardío, comienza el desarrollo placentario. La placentación activa ocurre en los bovinos entre los 28 y los 40 días, según ha sido reportado. Durante la formación del blastocisto, se establece también el linaje del trofoblasto que continuará experimentando diferenciación y proliferación a medida que progresá la gestación, dando lugar finalmente a una membrana corioalantoidea vascularizada, la placenta (Red-Horse et al., 2004). Una de las razones propuestas de por qué los distintos toros tienen una incidencia variable sobre la pérdida de preñez es la posibilidad de variación de las contribuciones paternas a la placentación durante el período embrionario tardío de desarrollo (Poliakiwski et al., 2025). A pesar de que la investigación focalizada en la pérdida de preñez se ha centrado sobre las contribuciones maternal y embrionaria, existe una variación considerable en pérdida de preñez entre toros (Franco et al., 2020). Durante años el concepto sobre la contribución del toro al logro o pérdida de preñez ha sido que solo es capaz de contribuir con la mitad del material genético durante la fertilización. A la fecha, la forma más común de medir la fertilidad del toro es analizando los parámetros morfométricos del esperma que son muy útiles para realizar el examen rápido de aptitud reproductiva como forma de descartar rápidamente los toros no deseables, sin embargo otras medidas cuantitativas más lentas están comenzando a emplearse para mejorar la fertilidad del toro, como los sistemas Computarizados Asistidos para el Análisis Espermático.

La fase de desarrollo fetal temprana estará marcada por la diferenciación, vascularización y la organogénesis fetal así como con la continuación del desarrollo placentario. El método tradicional para diagnosticar la preñez es la palpación rectal, que puede practicarse ya a los 40 días por un técnico entrenado; este método tiene sus inconvenientes, por ejemplo la viabilidad fetal no es fácilmente determinada, es fácil palpar incorrectamente estructuras y se hace muy difícil identificar pérdidas embrionarias tempranas alrededor de este período. Tenemos más en cuenta los efectos adversos que podrían interferir con la gestación como los factores ambientales, enfermedades, trauma o mala nutrición. (Smith et al., 2022). El momento y duración de la restricción nutricional maternal parece influenciar la vascularidad capilar, el perfil angiogénico y la función vascular de la placenta en bovinos y ovinos (Vonnahme et al., 2018).

A partir de este punto en la gestación, pasada la marca de los 45 días, si ocurre una pérdida deberá ser caracterizada como aborto. La absorción fetal es una falla reproductiva significativa y está causada a menudo por una infección por *Neospora caninum* (Dubey et al.,

1996). Diferentes grupos de investigación han sugerido que los animales infectados en etapas tempranas de preñez experimentarán severas consecuencias respecto de la sobrevivencia fetal. Para evitar la transmisión vertical del parásito, hay evidencia que sugiere que el tratamiento de las madres con *Neospora caninum* patógenos antes de la preñez desencadena una respuesta inmune para proteger al feto (Gondim et al., 2004). Aunque hay una vasta cantidad de enfermedades que pueden ocasionar aborto, una de las más relevantes en todo el mundo es la Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR). Las tasas de aborto pueden ir de 5 al 60% en rodeos no vacunados (de la Concha et al., 2021). Esta es una enfermedad viral significativa que afecta a los terneros en todo el mundo, y presenta signos clínicos como inapetencia, pirexia, descargas nasal y ocular, progresión de lesiones necrotizantes en el tracto respiratorio superior y neumonía (S Ha et al., 2025).

El incremento de la eficiencia reproductiva en especies pecuarias merece una consideración especial ya que la tierra apropiada para la producción pecuaria decrece todos los años. La mejora de la fertilidad de las especies domésticas aporta el potencial para que este avance científico pueda ser aplicado a los humanos para la mejora de la medicina reproductiva humana. La investigación continua para aclarar la causa subyacente y para puntualizar los datos susceptibles de provocar las pérdidas de preñez garantizan el continuar elevando el éxito reproductivo en todas las especies, específicamente en bovinos de carne.

5 – Conclusiones

La pérdida de preñez en bovinos es un asunto multifacético influenciado por factores genéticos, fisiológicos, ambientales e infecciosos a lo largo de las diferentes etapas de la gestación. Mientras se ha hecho un progreso considerable en entender el desarrollo embrionario temprano y los mecanismos de reconocimiento materno de la preñez, permanecen huecos significativos en nuestra habilidad para predecir o evitar el fallo reproductivo. Los avances en métodos de detección temprana –análisis de los GAPS y ultrasonografía- aportan herramientas valiosas para la mejora del manejo reproductivo, a pesar de que su viabilidad varía con la edad gestacional y el expertise del técnico. Adicionalmente, el rol del toro en el mantenimiento de la preñez y el desarrollo placentario es un área emergente que requiere investigación adicional para completarse. A medida que la presión global sobre la producción pecuaria se intensifica, la investigación continua es esencial para afinar tecnologías diagnósticas, develando causas subyacentes de pérdida, y desarro-

llando estrategias para incrementar la eficiencia reproductiva. Mejorando nuestra comprensión de la dinámica de la preñez, podemos no solo mejorar la productividad bovina y la rentabilidad de los productores sino aportar importantes perspectivas para el avance en el campo de la biología reproductiva.

6 – Bibliografía

- De la Concha-Bermejillo, A., & Romano, J. (2021). *Pregnancy loss in cattle*. Clinical Theriogenology, 13, 167–176.
- Dubey, J. P., & Lindsay, D. S. (1996). A review of *Neospora caninum* and neosporosis. *Veterinary parasitology*, 67(1-2), 1-59.
- Forde, N., & Lonergan, P. (2012). Transcriptomic analysis of the bovine endometrium: what is required to establish uterine receptivity to implantation in cattle?. *Journal of Reproduction and Development*, 58(2), 189-195.
- Franco, G., Reese, S., Poole, R., Rhinehart, J., Thompson, K., Cooke, R., & Pohler, K. (2020). Sire contribution to pregnancy loss in different periods of embryonic and fetal development of beef cows. *Theriogenology*, 154, 84-91.
- Garth Sasser, R., Ruder, C. A., Ivani, K. A., Butler, J. E., & Hamilton, W. C. (1986). Detection of pregnancy by radioimmunoassay of a novel pregnancy-specific protein in serum of cows and a profile of serum concentrations during gestation. *Biology of Reproduction*, 35(4), 936-942.
- Gondim, L. F. P., McAllister, M. M., Anderson-Sprecher, R. C., Björkman, C., Lock, T. F., Firkins, L. D., ... & Fischer, W. R. (2004). Transplacental transmission and abortion in cows administered *Neospora caninum* oocysts. *Journal of Parasitology*, 90(6), 1394-1400.
- Ha, S., Kang, S., Jung, M., & Kim, U. H. (2025). Factors influencing infectious bovine rhinotracheitis reactivity levels through passive immunization in Jersey calves. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 282, 110912.
- Lamb, G. C., Dahlen, C., Mercadante, V. R., & Bischoff, K. (2014). What is the impact of infertility in beef cattle. *UF IFAS Extension University of Florida*.
- Lonergan, P., Fair, T., Forde, N., & Rizos, D. (2016). Embryo development in dairy cattle. *Theriogenology*, 86(1), 270-277.
- Neupane, M., Geary, T. W., Kiser, J. N., Burns, G. W., Hansen, P. J., Spencer, T. E., & Neiberger, H. L. (2017). Loci and pathways associated with uterine capacity for pregnancy and fertility in beef cattle. *PLoS One*, 12(12), e0188997.
- Peixoto, P. M., Hubner, A. M., Junior, W. M. C., Cunha, L. L., Garrett, E. F., Pohler, K. G., ... & Lima, F. S. (2021). Characterization of pregnancy-associated glycoproteins and progesterone as a predictor of twins and conceptus loss in high-risk-pregnancy Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 104(4), 5034-5046.
- Pohler, K. G., Geary, T. W., Johnson, C. L., Atkins, J. A., Jinks, E. M., Busch, D. C., ... & Smith, M. F. (2013). Circulating bovine pregnancy associated glycoproteins are associated with late embryonic/fetal survival but not ovulatory follicle size in suckled beef cows. *Journal of animal science*, 91(9), 4158-4167.
- Pohler, K. G., Reese, S. T., Franco, G. A., Oliveira Filho, R. V., Paiva, R., Fernandez, L., ... & Poole, R. K. (2020). New approaches to diagnose and target reproductive failure in cattle. *Animal Reproduction*, 17, e20200057.
- Poliakiwski, B., Smith, D., Seekford, Z., & Pohler, K. (2025). Highlighting factors contributing to pregnancy loss in beef cattle. *Clinical Theriogenology*, 17.
- Red-Horse, K., Zhou, Y., Genbacev, O., Prakobphol, A., Foulk, R., McMaster, M., & Fisher, S. J. (2004). Trophoblast differentiation during embryo implantation and formation of the maternal-fetal interface. *The Journal of clinical investigation*, 114(6), 744-754.
- Smith, B. D., Poliakiwski, B., Polanco, O., Singleton, S., De Melo, G. D., Muntari, M., ... & Pohler, K. G. (2022). Decisive points for pregnancy losses in beef cattle. *Reproduction, Fertility and Development*, 35(2), 70-83.
- United States Department of Agriculture – USDA. NAHMS dairy 2007 part IV: reference of dairy cattle health and management practices in the United States. Fort Collins, CO: USDA-APHIS-VS-CEAH-NAHMS; 2009. p. 33-43.
- Vonnahme, K. A. (2018). How the maternal environment impacts fetal and placental development: implications for livestock production. *Animal Reproduction (AR)*, 9(4), 789-797.
- Wallace, R. M., Pohler, K. G., Smith, M. F., & Green, J. A. (2015). Placental PAGs: gene origins, expression patterns, and use as markers of pregnancy. *Reproduction*, 149(3), R115-26.
- Wooding, F. B. (1983). Frequency and localization of binucleate cells in the placentomes of ruminants. *Placenta*, 4, 527-539.

PÉRDIDAS DE GESTACIÓN EN VACAS DE CRÍA EN URUGUAY: RESULTADOS PRELIMINARES DE LA INVESTIGACIÓN RECENTE

A. Menchaca¹, C. García Pintos¹, F. Cuadro^{1,2}, R. Morales¹, F. Giannitti¹, M. Fraga¹, L. Casaux¹, L. Slimovich¹, C. da Silva Silveira¹, D. Caffarena¹, P. Parodi¹, M. Machado¹, C. Ciuffo², A. Rabaza², C. Pereyra², L. Zarantonelli², S. Echeverría³, A. Cabrera³, C. Robello³, L. Maya⁴, M. Castells⁴, R. Colina⁴, C.R. Queiroz-Machado⁵, D. Campoy⁶

1. Plataforma de Investigación en Salud Animal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay.

2. Unidad Mixta Pasteur-INIA (UMPI) y

3. Laboratorio de Interacciones Hospedero-Patógeno, Institut Pasteur de Montevideo, Uruguay.

4. Departamento de Ciencias Biológicas, CENUR Regional Litoral Norte, Udelar, Salto, Uruguay.

5. CENUR Noreste-Sede Tacuarembó, Uruguay.

6. Dpto. de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Udelar, Uruguay.

1 – Introducción

Cuando un productor ganadero encuentra un aborto en su rodeo, lo primero que suele pensar es en pérdidas económicas. Y no es para menos: la reducción de los índices reproductivos afecta directamente la rentabilidad del sistema de producción, al limitar la cantidad de terneros nacidos por vaca entorada. Este impacto trasciende el negocio particular del productor y de la cría, afectando también la industria de la carne y el ingreso económico total que aporta el sector ganadero al país.

Las consecuencias de una menor eficiencia reproductiva no se limitan al plano económico: también inciden en el impacto ambiental de la ganadería. Mantener animales improductivos durante períodos prolongados incrementa la huella ambiental del sistema, por lo que mejorar la eficiencia reproductiva aporta tanto a la rentabilidad como al cuidado del ambiente. A su vez, las pérdidas de gestación están directamente relacionadas con la salud de la vaca, afectando su bienestar individual y cobrando relevancia desde dicha perspectiva. Muchas de estas fallas tienen origen en enfermedades infecciosas, varias de las cuales son zoonosis de importancia, lo que convierte este problema en una preocupación compartida entre la producción animal y la salud pública.

Por todos estos motivos, abordar las fallas reproductivas desde una perspectiva integrada, considerando no solo el impacto económico sino también la salud animal, humana y ambiental, es clave para construir sistemas ganaderos más eficientes, responsables y sustentables. Desde la coordinación de la Plataforma de Investigación en Salud Animal y en el marco del Plan Estratégico Institucional de INIA, en los últimos años se ha dado prioridad a esta problemática. Se presentan aquí aspectos generales vinculados a las pérdidas de gestación en sistemas de producción de carne, y luego se comparten los principales avances -a modo de resultados preliminares- de los

proyectos actualmente en curso.

2 – Desarrollo

2.1. Pertinencia de la temática para la cría bovina

Comprender el verdadero impacto de las pérdidas de gestación es clave para dimensionar su efecto sobre toda la cadena de valor de la carne. A continuación, se presentan los principales argumentos que justifican su estudio y priorización.

Problemas sobre la producción de terneros

Las pérdidas de gestación se traducen en menos terneros nacidos, lo que disminuye directamente la cantidad de animales disponibles para la venta y reduce la producción de carne, tanto por vaca entorada como por unidad de área destinada a la cría. En los casos más graves, también se puede ver comprometida la reposición de hembras, lo que incluso puede limitar la presión de selección sobre el reemplazo de vaquillonas. Esta menor eficiencia reproductiva, consecuencia de las fallas en la gestación, prolonga el intervalo entre partos y genera períodos improductivos más extensos en las vacas. En Uruguay, el índice de procreo anual apenas supera el 60% estando bastante por debajo del potencial productivo. En este país se reconoce una brecha importante entre la cantidad de vacas preñadas y los terneros que finalmente se destetan al año siguiente. Esta problemática no solo afecta la producción de terneros en términos de cantidad, sino también de calidad. En ciertas enfermedades los problemas durante la gestación pueden alterar el desarrollo fetal sin llegar a causar un aborto, pero sí perjudicando la calidad del ternero al nacer. La consecuencia en estos casos son terneros débiles o con dificultades que mueren en las primeras semanas, o incluso suelen llegar a sobrevivir y presentar problemas de desarrollo o bajo peso a lo largo de su vida. Esto también afecta

la productividad siendo una consecuencia de problemas que ocurren durante la gestación

¿Cuántos terneros se dejan de producir por pérdidas durante la gestación o en el momento del parto? ¿Qué factores están limitando a este nivel la eficiencia reproductiva de la cría bovina? ¿Qué acciones se están implementando para resolverlo o mitigarlo? Aún no existen respuestas completas a estas preguntas, lo que deja de manifiesto la necesidad de profundizar en este problema.

Impacto sobre la salud de la vaca

Las pérdidas de gestación suelen ser la consecuencia o manifestación de un problema de salud más amplio o sistémico, no solo en la vaca abortada, sino también en el rodeo, como enfermedades infecciosas, deficiencias nutricionales, trastornos metabólicos, estrés o disfunciones endocrinas, entre otros. Abordar estas situaciones implica un mayor uso de medicamentos y atención veterinaria, lo que incrementa los costos sanitarios y operativos del sistema. Además, en algunos casos, las vacas que abortan requieren un período de recuperación que puede afectar su productividad en el corto o mediano plazo. Las vacas que abortan también suelen presentar problemas reproductivos recurrentes, lo que puede comprometer su capacidad para volver a preñarse. Es común en el manejo del rodeo de cría que las vacas que no parieron o no tienen ternero al pie al inicio del siguiente entore, sean incluidas nuevamente en el servicio del siguiente año junto con las vaquillonas. Esto puede llevar a que se retengan animales con antecedentes de fallas reproductivas, ya sea por infertilidad, pérdidas gestacionales o neonatales, sin que se identifique claramente el problema. La falta de un diagnóstico preciso y la toma de decisiones de manejo sin considerar estos antecedentes, pueden afectar negativamente la eficiencia reproductiva del rodeo. Además, como toda condición que afecta la salud, las complicaciones asociadas al aborto, como la expulsión incompleta del feto, de las membranas fetales o la placenta, comprometen el bienestar animal, generando sufrimiento y vulnerando las cinco libertades que deben garantizarse en los animales de producción.

Impacto económico

Cada vaca que no logra llevar la gestación a término y parir un ternero viable representa una pérdida completa de la inversión realizada en su reproducción. Si las pérdidas de gestación en un predio se sitúan, por ejemplo, en torno al 10 o 15%, se traduce en pérdidas en dicha inversión que deberían ser consideradas. Los gastos directos asociados al manejo reproductivo de estas vacas, tales como la compra de toros, los programas de insemini-

nación, la alimentación (a menudo preferencial) durante todo un año desde el inicio del servicio hasta el parto, y el manejo sanitario de la vaca de cría durante la gestación, no se traducen en la venta de un ternero.

Con frecuencia se asume que, si una vaca pierde la gestación y no llega a parir, luego puede ser destinada al engorde o vendida y así se compensa la pérdida económica. Sin embargo, se debe transmitir con claridad que este razonamiento es incorrecto por los motivos antes señalados, habiéndose realizado una buena inversión sobre este animal y estando un año improductivo en el campo. La forma correcta de planificar un manejo reproductivo eficiente, es seleccionar adecuadamente las vacas destinadas a la reproducción antes del servicio o entore, y luego realizar sobre ellas la inversión necesaria durante todo el ciclo productivo para obtener un ternero nacido, criado y destetado con buen desarrollo y peso corporal. Las pérdidas de gestación temprana, los abortos más tardíos, las muertes al nacer y el nacimiento de terneros con baja capacidad de desarrollo afectan directamente la rentabilidad del negocio de la cría. Por su parte, la industria de la carne en Uruguay cuenta con capacidad instalada para procesar esa producción -adicional a lo que se faena cada año- y que se destinaría a la exportación. Esta problemática repercute así en la economía nacional generando pérdidas considerables a nivel sectorial.

En un estudio realizado en conjunto con el Econ. D. Campoy de la Udelar, se estimó el impacto económico derivado de la disminución en la producción de terneros debido a las pérdidas de gestación. Este trabajo se centró únicamente en las pérdidas asociadas a la vacunación contra fiebre aftosa durante la gestación temprana (C. García Pintos, tesis doctoral en redacción), pero es de utilidad cuando nos referimos al impacto de las pérdidas de gestación en general. Según este estudio, la disminución de la tasa de procreo en sólo un punto porcentual genera -en la cadena de la carne a nivel nacional- un impacto económico promedio anual de aproximadamente 45 millones de dólares en pérdidas brutas, y de 15 millones de dólares en pérdidas netas (definidas como las pérdidas brutas menos el ahorro en recursos asignados debido a la menor cantidad de terneros producidos). De ese total, el 89% de las pérdidas netas se adjudican al sector primario y particularmente a la etapa de cría, que representa en promedio el 64% total de pérdidas. En síntesis, la reducción de sólo un punto porcentual en la tasa de procreo, genera pérdidas anuales sólo en el sector primario de cerca de 13 millones de dólares.

La pregunta entonces es: ¿cuántos puntos porcentuales se pierden cada año en Uruguay? Más allá de la estimación que se tome como referencia, el análisis sugiere

un impacto significativo sobre la ganadería nacional y, en última instancia, sobre la economía del país.

Impacto ambiental.

En un contexto global donde la actividad ganadera se encuentra bajo cuestionamiento por su impacto ambiental, especialmente en relación con la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), la salud en general y la eficiencia reproductiva cobran aún mayor relevancia. Aproximadamente el 20% de la producción ganadera global se pierde debido a enfermedades o problemas de salud animal, causando pérdidas e ineficiencias en el uso de los recursos asignados. Mantener animales improductivos durante períodos prolongados, no solo es económicamente ineficiente, sino que también contribuye a una mayor huella ambiental. Revertir esta situación e incrementar la salud, la reproducción, y en consecuencia la productividad, mejora entonces tanto la rentabilidad como el ambiente. Diversos abordajes permiten cuantificar este impacto y el beneficio de la salud animal y la eficiencia reproductiva, utilizando metodologías que varían según el enfoque productivo, la región y los sistemas de manejo considerados. Por ejemplo, mediante estos estudios se ha demostrado que el incremento del 50% al 90% en la tasa de parición anual de un sistema de cría permite una reducción del 44% en el uso del suelo, 34% en el uso del agua, y 39% en la huella de carbono por kg de carne producida (Davis & White, 2020). Si bien los valores absolutos pueden diferir entre distintos estudios, sistemas de producción, modelos utilizados, etc., existe consenso en que la mejora de la salud y la reproducción genera una reducción muy significativa del impacto ambiental de la ganadería. Esta evidencia, sumada a la creciente demanda de los consumidores por alimentos producidos en sistemas de bajo impacto ambiental, resalta la necesidad de profundizar en el diseño de estrategias de mitigación eficaces, donde la mejora de la eficiencia reproductiva y la salud animal resultan claves.

2.2. Conceptos básicos sobre las pérdidas de gestación

Las pérdidas de gestación comprenden las fallas en el establecimiento y mantenimiento de la preñez ocurridas desde la concepción o fertilización del ovocito hasta el nacimiento de un ternero viable. Esta tasa de pérdidas se calcula entonces como el número de vacas que habiendo tenido un embrión al inicio de la gestación, no producen un ternero viable, y suele expresarse en términos de porcentaje.

Las pérdidas de gestación se clasifican en pérdidas embrionarias tempranas (ocurridas durante los primeros

30 días de gestación), pérdidas embrionarias tardías (entre los 30 y 45 días), y pérdidas fetales (a partir de los 45 días de gestación en adelante). Por su parte, las pérdidas que ocurren alrededor del parto o durante la etapa neonatal hasta la primera semana de vida del ternero, tampoco llegan a producir un ternero viable; por esta razón, desde una perspectiva tanto epidemiológica como productiva, también pueden considerarse dentro de esta problemática.

En la práctica veterinaria y en el lenguaje de campo, el concepto de pérdidas de gestación suele utilizarse de manera diversa, refiriéndose a situaciones distintas. En algunos casos, se contabilizan como pérdidas los fetos abortados hallados en el campo durante el año, incluyendo vacas observadas con signos de haber expulsado un feto. En otros casos, se considera como pérdida gestacional a aquellas vacas que, asumiendo que estaban preñadas, no presentan un ternero al pie al finalizar la época de parición o al momento del destete. La primera fuente de confusión, entonces, surge de la definición misma: ¿qué vacas se consideran como aquellas que perdieron la gestación?

La segunda dificultad radica en determinar sobre qué total de vacas debe calcularse esa pérdida, es decir, cuáles estaban efectivamente preñadas al inicio del período. Incluso si acordamos que el denominador debe ser el total de vacas realmente preñadas, persisten diferencias metodológicas relevantes, principalmente vinculadas al momento en que se realiza el diagnóstico de preñez. Estos diagnósticos no siempre se hacen en etapas comparables de la gestación. Mientras que en algunos predios se utiliza la ecografía alrededor de los 30 a 40 días post-servicio, en otros se lleva a cabo varios meses después del retiro de los toros. Debido a estas variaciones, resulta difícil establecer con precisión la magnitud de las pérdidas de gestación dentro de un grupo de productores o empresas ganaderas, y aún más complejo es analizarlo a escala nacional.

Para obtener información más confiable, sería necesario realizar el primer diagnóstico ecográfico en etapas tempranas de la gestación, idealmente entre los 30 y 35 días post-inseminación o servicio. Sin embargo, incluso con este abordaje, solo estamos identificando las pérdidas que ocurren después de ese momento de la gestación, y no se consideran aquellas pérdidas más tempranas ocurridas dentro del primer mes. Si bien existen abordajes experimentales que permiten estimar las pérdidas embrionarias durante el primer mes, en la práctica veterinaria y en predios comerciales, sólo es posible realizar un diagnóstico de gestación luego de los 30 días post-servicio. Estas pérdidas son las que pueden medirse

VOLVER AL ÍNDICE

en el campo, y por lo tanto son las pérdidas que podrían intentar evitarse. En este trabajo nos vamos a referir a estas pérdidas gestacionales ocurridas a partir del primer de gestación, es decir las pérdidas embrionarias tardías, fetales y neonatales.

2.3. Las pérdidas de gestación en Uruguay

No es objetivo de este documento realizar una revisión del conocimiento actual a nivel local, sino más bien enfocarse en aquellos aspectos menos explorados. Para profundizar en dichos estudios, se recomienda al lector consultar publicaciones previas que han contribuido significativamente al entendimiento de esta temática en Uruguay.

Existen aspectos relevantes sobre las pérdidas de gestación que se conocen relativamente poco en las condiciones de producción de este país. Por ejemplo, la primera pregunta que no puede responderse es acerca de cuanto es la magnitud de estas pérdidas en el rodeo nacional; tampoco se sabe con precisión si estas pérdidas tienen mayor incidencia en algún momento de la gestación; y por ultimo también debería profundizarse sobre las causas y factores asociados a estas pérdidas. Para avanzar en estas respuestas, en la Plataforma de Investigación en Salud Animal se han iniciado distintos trabajos, algunos enfocados en la etapa más temprana de la gestación para determinar las pérdidas que ocurren en el primer mes. También se iniciaron otros estudios para determinar las pérdidas que ocurren a partir del primer mes de gestación y hasta el parto. Para esto se está trabajando desde la PSA en La Estanzuela y en Tacuarembó, en conjunto con el Institut Pasteur (Laboratorio de Bacterias Zoonóticas de la Unidad Mixta Pasteur-INIA y Laboratorio de Interacciones Hospedero-Patógeno), con el CENUR Litoral Norte en Salto, con el CENUR Noreste en Tacuarembó, con la Facultad de Agronomía de la UdeLaR y con el DILAVE-MGAP, participando también investigadores de la Universidad de Wisconsin-Madison y de la UNCPBA de Argentina, conformando un equipo de unos 40 investigadores, técnicos y estudiantes de posgrado de diversas disciplinas. Estos trabajos se encuentran en plena ejecución, y al momento de escribir este documento se cuenta con información en proceso de análisis que presentamos de manera preliminar.

Uno de estos abordajes consiste en un estudio observacional en el que se está realizando el seguimiento de la gestación de unas 12 mil vacas de cría en tres años de trabajo sobre un total de 24 predios ubicados en 14 departamentos de Uruguay. Si bien este trabajo no pretende alcanzar una muestra representativa de todo el territorio nacional, la magnitud de la información relevada

representa un hito sin precedentes en el contexto local. Las observaciones en los dos primeros años sobre los primeros 15 predios analizados muestran como punto de partida una tasa de preñez de 87% (determinada aproximadamente a los 30-35 días de gestación), con una variación entre predios del 76 al 97% en promedio, siendo en vacas multíparas un 10% inferior que en vaquillonas (82 vs 92% en promedio, respectivamente). A partir de esta población de vacas preñadas, en este estudio se ha realizado un monitoreo de la gestación con ecografía frecuente (una vez por mes a cada vaca), muestreo de sangre, orina y biopsia uterina de cada vaca, y encuestas para el relevamiento de datos con una frecuencia mensual hasta el parto. Todos los procedimientos en las vacas fueron realizados por los mismos técnicos durante todo el estudio, eliminando así el efecto de los técnicos, de los equipos de ecografía, del muestreo y de la metodología de trabajo, entre otros factores que en general generan variación y son factores de confusión que suelen afectar la validez de los resultados.

¿Cuál es el porcentaje de pérdidas?

Se presentan los resultados de las vacas que se diagnosticaron preñadas en los primeros dos años de este estudio, realizando el seguimiento mensual de la gestación hasta el parto de 7.793 vacas en 15 predios. El predio que mostró mayores porcentajes de pérdidas fue del 15.0%, mientras que el predio que mostró menores pérdidas fue 4.0%, considerando el promedio para las vacas nulíparas, primíparas y multíparas todas juntas. Los resultados muestran diferencias entre categorías de vacas analizando nulíparas y primíparas/multíparas por separado. Las pérdidas en vaquillonas (nulíparas), considerando el promedio de todos los predios, fue 12.4%; y para las vacas con cría al pie (primíparas y multíparas) este porcentaje 6.7%. Continuando con este análisis por categoría, el rango entre el predio que mostró mayores pérdidas y aquel con menores pérdidas, fue 31.7% y 3.0% para vaquillonas, y 14.0 y 3.1% para las vacas con cría, respectivamente.

Estos resultados muestran en primer término la importante magnitud de las pérdidas que ocurren a partir de los 30 días de gestación. Cabe mencionar que estos predios pertenecen a establecimientos que poseen un plan de control de enfermedades reproductivas, establecido por el equipo técnico de cada campo, que incluye entre otras estrategias la vacunación contra dichas enfermedades. Aun así, el porcentaje de pérdidas encontrado es relevante.

También es destacable la importante variabilidad observada entre predios, con pérdidas que en algunos

casos alcanzan hasta el 15%, mientras que otros logran mantener niveles promedio cercanos al 4% entre categorías. Este amplio rango evidencia, por un lado, la gravedad del problema en ciertos establecimientos que, aun aplicando las medidas sanitarias recomendadas por sus técnicos, presentan pérdidas gestacionales significativas. Por otro lado, los predios que reportan las menores tasas de pérdidas indican que es posible reducir estas fallas y alcanzar niveles aceptables o, al menos, productivamente menos relevantes.

La diferencia entre categorías muestra que las vaquillonas tienen una mayor probabilidad de sufrir pérdidas de gestación. Este es un hallazgo que si bien puede ser válido para Uruguay, seguramente no sea aplicable a todas las regiones o sistemas productivos habiendo reportes opuestos en otros países en los que las vaquillonas sufren menos pérdidas que las vacas con cría. Esta diferencia observada en Uruguay refleja la necesidad de profundizar en este hallazgo, considerando tanto los aspectos epidemiológicos de ciertos patógenos, los factores inmunológicos y fisiológicos propios de las vaquillonas expuestas a su primer servicio y gestación, y las condiciones productivas para las vaquillonas en estos sistemas.

¿En qué momento de la gestación ocurren estas pérdidas?

En este estudio, el mayor porcentaje de pérdidas de preñez ocurrió en el segundo mes de gestación, es decir entre los 30 y 60 días. En vaquillonas, las pérdidas en este periodo representaron el 22,2% del total de las pérdidas, mientras que en el resto de la gestación los abortos ocurrieron en promedio 11,1% cada mes. En vacas con cría al pie, entre los 30 y 60 días de gestación ocurrieron el 31,7% del total de las pérdidas, mientras que en el resto de la gestación estas pérdidas fueron en promedio 9,8% cada mes. Este hallazgo demuestra al menos dos aspectos de relevancia. En primer lugar, la magnitud de las pérdidas que ocurren al inicio de la gestación es considerable y merece mayor atención de la que tradicionalmente ha recibido. En segundo lugar, este hecho resalta la importancia de implementar diagnósticos de gestación precoces en todos los rodeos de cría. Esta práctica no solo permite detectar las pérdidas que puedan ocurrir luego, sino que también contribuye a reducir errores en la interpretación diagnóstica. Si en cambio, la ecografía o el tacto se realiza en una etapa avanzada de la gestación, muchas de las pérdidas ya habrán ocurrido y las vacas afectadas serán clasificadas erróneamente como vacías, cuando en realidad sí se habían preñado inicialmente. Este error de diagnóstico subestima la ver-

dadera magnitud del problema en Uruguay y, al mismo tiempo, conduce a sobredimensionar el problema de la baja tasa de preñez. Esto lleva a que se implementen medidas orientadas únicamente a incrementar la tasa de preñez, en lugar de también enfocarse en reducir las pérdidas gestacionales. Probablemente, este desacuerdo ha contribuido -al menos en parte- a que los indicadores reproductivos de la ganadería nacional permanezcan durante décadas prácticamente sin cambios.

¿Cuáles son las principales causas asociadas a las pérdidas?

Actualmente se está trabajando para determinar las principales causas infecciosas así como los factores asociados a las pérdidas de gestación encontradas en este relevamiento. Para ello, en el caso de los diagnósticos serológicos se implementa un diseño de casos y controles, en el que por cada vaca que presenta una pérdida gestacional se toman muestras tanto de ella como de al menos dos o tres vacas control que se mantienen preñadas. Estas vacas control comparten con el caso condiciones similares de manejo, categoría, condición corporal y edad gestacional. En los primeros dos años de seguimiento ya culminado, se cuenta con casi 600 vacas que sufrieron muerte embrionaria o fetal entre los 30 días de gestación y el parto, con sus respectivos controles sumando unas dos mil vacas. Algunos de los análisis necesarios para identificar aquellos elementos determinantes de dichas pérdidas, se llevarán a cabo al finalizar el tercer año de evaluación previsto para 2026. Se analizan diversas muestras provenientes de sangre, orina y biopsias o raspado de útero de las vacas, así como esmegma prepucial de los toros que se utilizan en servicio natural y semen que se utiliza en inseminación. De manera adicional, se está trabajando con material proveniente de los fetos y placenta que se encuentran en el campo proveniente de estas vacas. Asimismo, dada la dificultad para encontrar los fetos en el sistema de cría a campo que se realiza en Uruguay, se está llevando adelante otro proyecto de diagnóstico de muerte fetal y neonatal proveniente de otros predios que suman a esta casuística, realizado en conjunto con el CENUR Noreste en Tacuarembó (FPTA_366).

El principal agente infeccioso asociado con las pérdidas de gestación en estas muestras hasta ahora procedidas es *Neospora caninum*. Las muestras analizadas de las vacas que abortaron y sus controles muestran una seroprevalencia del 21,1% (381/1805), siendo significativamente mayor en abortadas (37%, 167/451) que en gestantes (15,8%, 214/1354; P<0,01). Hubo un mayor riesgo de seropositividad en abortadas (OR 3,1; IC95% 2,5-4,0;

$P<0,01$). Es decir, hubo asociación entre la seropositividad y el aborto, teniendo las hembras abortadas 3,1 veces más chances de ser seropositivas a *N. caninum* que las vacas que mantuvieron la gestación. Este resultado no estuvo afectado por la categoría, no alcanzando diferencias significativas con las muestras analizadas hasta el momento entre nulíparas y primíparas/multíparas. Sumado a esto y a modo confirmatorio, el análisis realizado de los fetos abortados y neonatos muertos durante la primera semana de vida, muestran que el 22% de los casos fueron causados por neosporosis, y el porcentaje es aún mayor si solo se toman las pérdidas embrionarias y fetales sin considerar las pérdidas neonatales.

Algunos de los resultados obtenidos eran esperables, ya sea por confirmar hipótesis ya asumidas en el ámbito veterinario, o por coincidir con hallazgos previamente publicados por colegas del MGAP-DILAVE. Por ejemplo, los casos de distocia representan la principal causa en las muertes perinatales, pero muestran una prevalencia cercana al 13% del total de las pérdidas durante toda la gestación. Hay otros hallazgos que no necesariamente eran tan esperados en el ámbito local. Por ejemplo, se ha identificado con cierta frecuencia la presencia de *Ureaplasma diversum* en muestras uterinas de vacas abortadas, así como su presencia y lesiones compatibles en muertes fetales y neonatales (C. R. Queiroz-Machado, FPTA_366). Por otra parte, se estudió la presencia de *Leptospira* spp. en muestras genitales de las vacas que habían sufrido pérdida de gestación, y sobre un total de 516 muestras uterinas, solo se confirmó la presencia de *Leptospira* spp. por PCR en 4 vacas (0,8%). Se analizaron por qPCR 160 muestras de orina de vacas abortadas y de vacas que mantuvieron la gestación, y hasta el momento no se han encontrado diferencias en la prevalencia de excreción urinaria de *Leptospira* spp. entre unas y otras (25% y 18%, respectivamente, $P=0,36$). Estos resultados si bien son preliminares pues se continuará analizando más muestras en el próximo año, no indican que leptosporosis sea una causa importante de pérdidas de gestación en rodeos que han recibido un plan de vacunación, como es el caso de estos predios estudiados. Otro hallazgo de interés en el marco del proyecto FPTA_396 es la presencia de *Coxiela burnetti*, encontrado hasta el momento en 3,1% de muestras uterinas de 516 vacas abortadas. Además de las posibles pérdidas de gestación causadas por este patógeno, este hallazgo es de interés por ser una zoonosis ocupacional que suele vincularse a operarios de frigoríficos, pero también debe ser considerada por el personal de campo y veterinarios al manipular fetos y placenta o realizar maniobras obstétricas. También se están realizando pruebas diagnósticas para *Chlamydia*

spp. (*abortus* y *pecorum*), sin hallazgos positivos en 516 vacas abortadas estudiadas hasta el momento.

Entre otros resultados, cabe destacar que, en unas 600 muestras de vacas que abortaron en 15 predios, no se ha diagnosticado brucelosis en ninguno de los casos. Además, dicha enfermedad tampoco ha sido detectada en estos predios durante el período en que se desarrolló el estudio. Esta enfermedad es de gran relevancia en Uruguay estando bajo el programa oficial de campañas sanitarias del MGAP, con una prevalencia de acuerdo a los datos oficiales que puede considerarse relativamente baja en la población bovina nacional.

También se realizaron pruebas diagnósticas para enfermedades venéreas que generan importantes perjuicios cuando están presentes en un rodeo. Hasta el momento actual se han analizado unas 500 muestras de vacas que sufrieron pérdidas gestacionales, así como de 243 toros utilizados en estos 15 predios a los que se tomó muestras por raspajes sucesivos al finalizar el entore. En las muestras hasta ahora evaluadas no se detectaron casos positivos de *Campylobacter fetus* (realizado mediante inmunofluorescencia directa y cultivo para aislamiento) ni de *Tritrichomonas foetus* (realizado por PCR). Si bien estos patógenos generan grandes pérdidas cuando ingresan en un rodeo, considerando estos hallazgos y otros resultados obtenidos en los últimos años, la prevalencia en Uruguay parece estar más controlada que en el pasado -particularmente de campilobacteriosis. Cabe reiterar que estos resultados reflejan la realidad de los predios estudiados que en general cuentan con un manejo sanitario y reproductivo a cargo de un veterinario, no pretendiendo representar la situación sanitaria de todos los predios de Uruguay.

Las enfermedades virales que suelen asociarse a pérdidas de gestación, en este estudio aun preliminar no han sido identificadas como una causa importante. Por ejemplo, para diarrea viral bovina (DVB) se encontró un muy alto porcentaje de vacas con serología positiva ($> 90\%$), aun cuando se utilizaron métodos diagnósticos que permiten diferenciar respuesta vacunal de la respuesta generada por exposición al virus. Esto confirma una circulación activa del virus y una alta prevalencia de la enfermedad en la población analizada. Sin embargo, los estudios en el material proveniente de los fetos y placenta analizados no sugieren que esta enfermedad esté siendo una causa importante de muerte fetal y aborto. Estos hallazgos resultan particularmente interesantes y justifican la necesidad de profundizar en la epidemiología y el comportamiento del virus en los rodeos, incluyendo su posible incidencia en la mortalidad embrionaria y en las pérdidas de gestación temprana que no ha sido tan

estudiado, entre otros aspectos. Los resultados aun son preliminares y se espera que en los próximos meses se puedan procesar la totalidad de las muestras para el diagnóstico de otros agentes virales asociados a pérdidas de gestación.

La presencia de garrapata en el predio y en consecuencia las enfermedades asociadas que causan un cuadro febril en la vaca como la tristeza parasitaria bovina, pueden ser causas de aborto. Sin embargo, se identificó la presencia de *Babesia* spp. o *Anaplasma marginale* en muy pocas vacas que mostraron pérdidas de gestación (hasta este momento no más de 10 animales en más de 500 vacas abortadas), y estas vacas no estaban sufriendo anemia ni se encontraron hallazgos que vinculen dicha pérdida con la presencia de estos patógenos. El estudio continúa en desarrollo y hasta el momento no se ha registrado un brote de babesiosis o anaplasmosis en ninguno de los rodeos incluidos para profundizar en estas causas.

Análisis aún pendientes.

Como ha sido indicado se están ejecutando varios proyectos enfocados esta problemática. Uno de los estudios aquí presentado de manera preliminar, abarca más de 12 mil vacas en 24 predios ganaderos de diferentes zonas de Uruguay durante un periodo de 3 años. También se está realizando el relevamiento de abortos en otra mayor cantidad de predios que remiten fetos y placenta a la Plataforma de Investigación en Salud Animal en Colonia y Tacuarembó, así como a DILAVE Tacuarembó y Paysandú. Hasta el momento se han procesado los datos del seguimiento de unas 7 mil vacas pertenecientes a los primeros 15 predios, procesando los casos de muerte embrionaria, aborto o muerte neonatal de unas 500 vacas abortadas y unas 1.500 no abortadas en un estudio observacional con un diseño de casos y controles. Para avanzar con nuevos análisis, se espera contar con la totalidad de las muestras que probablemente se aproximen a las 3.000 vacas abortadas y sus controles, y serán procesadas entre 2025 y 2026.

Entre las enfermedades infecciosas -y particularmente de origen viral- cuyo diagnóstico aún requiere mayor profundización se encuentran la DVB y la rinotraqueítis infecciosa bovina (IBR). Si bien estas enfermedades están relativamente bien identificadas en Uruguay, aún persisten interrogantes importantes. En particular, no se conoce con precisión qué porcentaje de las pérdidas gestacionales en el país se deben a estas causas. Como ha sido señalado, la valiosa información actualmente disponible proviene, en su mayoría, de fetos remitidos a los servicios de diagnóstico del DILAVE y también de

la Plataforma de Salud Animal. Aunque estos datos son útiles como punto de partida, tienen algunas limitaciones: las muestras al ser provenientes de fetos corresponden a gestaciones avanzadas, y generalmente el veterinario suele participar en aquellos brotes en los que ocurren múltiples abortos. Este abordaje que tanto hemos utilizado excluye las pérdidas gestacionales tempranas -que de acuerdo a nuestros hallazgos representan la mayor proporción de las pérdidas- y generalmente, tampoco permite estudiar en profundidad a las vacas afectadas ya que es difícil identificar en el campo las madres de cada aborto y tomar muestras de las mismas. También sería de utilidad conocer con mayor precisión la magnitud del beneficio que aporta el uso de las vacunas disponibles en Uruguay, formuladas a partir de virus inactivados. Se carece de estudios locales que comparan su eficacia frente a vacunas con virus atenuados o con tecnologías más recientes. Actualmente se está llevando adelante un proyecto en este sentido colaborando en conjunto con el equipo de A. Chabalgoity del Instituto de Higiene (FPTA_470) bajo el ámbito de la Unidad Mixta Vacunas conformada entre INIA y la Udelar.

Las enfermedades de origen genético también forman parte de los objetivos de este estudio. Existen síndromes genéticos bien identificados a nivel internacional que afectan la fertilidad y el desarrollo embrionario en bovinos, tales como *arthrogryposis multiplex congenita*, *bovine arachnomelia syndrome*, *bovine citrullinemia* y diversas anomalías cromosómicas. Estas enfermedades, de origen genético, suelen estar asociadas a mutaciones autosómicas recesivas y pueden resultar en infertilidad, abortos o muerte perinatal. En muchos casos, estas mutaciones corresponden a variantes específicas (como SNPs o delecciones) que se encuentran en determinados alelos y conforman haplotipos ya caracterizados. Cuando un animal hereda dos copias del alelo mutado (es decir, es homocigoto recesivo), puede manifestar la enfermedad. En Uruguay, desde Facultad de Veterinaria, DILAVE e INIA ya se ha generado información relevante tanto en la raza Holstein como en razas de carne, en las que se han identificado algunos haplotipos presentes asociados con estos problemas. Estos antecedentes representan una información valiosa para profundizar en el estudio de estos factores genéticos como posibles causas de pérdidas de gestación en el rodeo nacional. Todos estos problemas están siendo abordados en este estudio, permitiendo su identificación precisa en el ganado de carne de este país.

Entre los diversos factores y causas estudiadas, también se encuentran las causas iatrogénicas. Si bien en este estudio se ha recolectado información sobre el uso

de fármacos y prácticas terapéuticas a lo largo de cada año, nuestro equipo ya cuenta con datos previos sobre el efecto de la administración de vacunas durante la gestación. Por ejemplo, hemos estudiado si la vacunación contra fiebre aftosa afecta el mantenimiento de la preñez en vacas que se encuentran en diferentes etapas de la gestación (C. García Pintos, tesis doctoral). Se trabajó con la vacunación contra fiebre aftosa ya que esta es una vacuna administrada a la totalidad de la población bovina de Uruguay, y el momento del año en que está establecida la vacunación oficial coincide con la finalización del entorno. Es decir entonces que la totalidad de las vacas de cría preñadas reciben esta vacuna. El estudio fue realizado con más de 3.000 vacas que recibieron o no recibieron una dosis de dicha vacuna. Los resultados muestran que la vacunación afecta el mantenimiento de la gestación de manera significativa, pero solo en aquellas preñezes de menos de 45 días sin alterar las pérdidas cuando se administra después de los 45 días de gestación. Lo interesante del hallazgo, es que por ejemplo con una medida tan simple como retrasar la vacunación hacia el mes de mayo -cuando la gran mayoría de las vacas preñadas se encuentran con más de 45 días de gestación- podría resolver la ocurrencia de estas pérdidas. En el estudio que actualmente está desarrollando, una vez culminado el relevamiento de campo, también se evaluarán otros factores iatrogénicos vinculados al uso de otras vacunas, medicamentos y otros fármacos.

La alimentación de la vaca es, sin duda, un factor importante a considerar como posible causa de pérdida de gestación. En este estudio se ha realizado un monitoreo preciso de todas las vacas incluidas en este estudio para identificar aspectos vinculados al balance metabólico, deficiencias nutricionales, cambios en la condición corporal, como posibles causas o factores asociadas al aborto. También se ha avanzado en la búsqueda de causas relacionadas con la intoxicación por el consumo de plantas que contienen compuestos capaces de afectar la gestación. Asimismo, se contemplan ciertos factores ambientales, como el estrés térmico, realizando un monitoreo en cada predio a lo largo de todo el período, identificando el índice de humedad y temperatura (IHT) como uno de los factores estudiados. Todos estos análisis se están realizando actualmente o se realizarán en los próximos meses, y una vez finalizado el estudio en su totalidad se contará con dicha información.

3 – Conclusiones

Las fallas en la gestación son un problema muy relevante en la ganadería, en ocasiones subestimado y en

consecuencia no bien atendido y poco resuelto. Tiene un impacto directo en la eficiencia productiva y en la economía del sector, tanto a nivel predial como nacional. Esta problemática se enfrenta a tres limitantes principales: a) las pérdidas muchas veces no se cuantifican con precisión y pasan desapercibidas; b) suelen diagnosticarse tarde y por lo tanto de forma incompleta, al no identificarse las pérdidas más tempranas; y c) en general en cada establecimiento no se conocen sus causas específicas, dificultando la implementación de estrategias de control efectivas.

En Uruguay, a pesar de contar con antecedentes valiosos en materia de diagnóstico y control, los estudios actuales muestran que aun con la implementación de planes sanitarios: a) las pérdidas gestacionales oscilan entre 4% y 15%, siendo casi el doble en vaquillonas que en vacas con cría; b) la mayoría de estas pérdidas ocurren antes de los dos meses de gestación; y (c) la neosporosis se destaca como una de las principales causas, aunque otras enfermedades y otros factores asociados aún persisten y requieren monitoreo. El hecho de haber cuantificado esta magnitud -aun en una muestra particular de vacas y predios- nos permite estimar el impacto de esta problemática. A nivel nacional, el perjuicio económico es significativo: cada punto porcentual que se pierde en la tasa de procreo representa unos 15 millones de dólares de pérdidas neta en toda la cadena de la carne. Este impacto justifica una mayor inversión en políticas públicas, investigación, desarrollo tecnológico y asistencia técnica predial para poder abordar esta limitante estructural que presenta la producción ganadera en Uruguay.

4 – Agradecimientos

Los autores agradecen a los profesionales veterinarios de cada predio en los que se vienen realizando estos estudios, así como a quienes remiten casos de abortos de otros predios. Los proyectos en ejecución que han generado estos resultados provienen de fondos de ANII, FPTA y fondos internos de INIA asignados a la PSA.

5 – Referencias y lectura recomendada

Bañales P, Fernandez L, Repiso MV, Gil A, Dargatz DA, Osawa T. A nationwide survey on seroprevalence of *Neospora caninum* infection in beef cattle in Uruguay. *Vet Parasitol.* 2006;139:15-20.

Baruselli PS, Abreu LA, Menchaca A, Bó GA. The future of beef production in South America. *Theriogenology.* 2025;231:21-28.

Da Silva Silveira C, Maya L, Casaux ML, Schild C, Caffarena D, Aráoz V, Almeida da Costa A, Macías-Rioseco M, Perdomo Y, Castells M, Colina R, Fraga M, Riet-Co-

rrea F, Giannitti F. Diseases associated with bovine viral diarrhea virus subtypes 1a and 2b in beef and dairy cattle in Uruguay. *Braz J Microbiol.* 2020;51(1):357-368.

Davis TC, White RR. Breeding animals to feed people: The many roles of animal reproduction in ensuring global food security. *Theriogenology.* 2020;150:27-33.

Federici MTT, Branda Sica A, Artigas R, Briano C, Dutra F, Llambí S. High-resolution melting (HRM) curve analysis: New approach used to detect BLAD and DUMPS in Uruguayan Holstein breed. *Arch Vet Sci.* 2018;23(4).

Garcia-Pintos C, Riet-Correa F, Menchaca A. Effect of foot-and-mouth disease vaccine on pregnancy failure in beef cows. *Front Vet Sci.* 2021;8:761304.

Guarino H, Núñez A, Repiso MV, Gil A, Dargatz DA. Prevalence of serum antibodies to bovine herpesvirus-1 and bovine viral diarrhea virus in beef cattle in Uruguay. *Prev Vet Med.* 2008;85(1-2):34-40.

Macchi MV, Suanes A, Salaberry X, Dearmas BE, Rivas E, Piaggio J, Gil AD. Leptospirosis as a cause of infertility in Uruguayan beef cattle. *Prev Vet Med.* 2024;228:106227.

Macías-Rioseco M, Riest-Correa F, Miller MM, Sondgeroth K, Fraga M, Silveira C, Uzal FA, Giannitti F. Bovine abortion caused by *Coxiella burnetii*: report of a cluster of cases in Uruguay and review of the literature. *J Vet Diagn*

Invest. 2019;31(4):634-639.

Macías-Rioseco M, Silveira C, Fraga M, Casaux L, Cabrera A, Francia ME, Robello C, Maya L, Zarantonelli L, Suanes A, Colina R, Buschiazzo A, Giannitti F, Riet-Correa F. Causes of abortion in dairy cows in Uruguay. *Pesq Vet Bras.* 2020;40(5):325-332.

Maya L, Puentes R, Reolón E, et al. Molecular diversity of bovine viral diarrhea virus in Uruguay. *Arch Virol.* 2016;161:529-535.

Zarantonelli L, Suanes A, Meny P, Buroni F, Nieves C, Salaberry X, et al. 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.* 2018;12(9):e0006694.

CAMA CALIENTE EN URUGUAY: BASES DEL FUNCIONAMIENTO Y ADOPCIÓN EN LOS SISTEMAS

Gabriel Menegazzi, Carolina Dorao, Pablo Chilibroste*

Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Ruta 3 km 363, Paysandú, 60000, Uruguay

*autor de correspondencia: gmenegazzi@fagro.edu.uy

1 – Resumen

La implementación de sistemas de cama caliente puede ser una estrategia efectiva para mejorar el bienestar animal y optimizar el manejo en condiciones de encierro parcial o total. Su funcionamiento depende de una fermentación aeróbica activa, que genera calor y permite mantener la cama seca, mullida y confortable. Para lograrlo, se requiere equilibrar cuatro factores clave: carbono, nitrógeno, agua y oxígeno. Las prácticas de manejo fundamentales incluyen: realizar el laboreo dos veces al día a 30 cm de profundidad, reponer material cuando la humedad se acerca al 60 %, y mantener un monitoreo regular de temperatura y humedad. La disponibilidad de sustrato en el predio es clave para responder ante aumentos puntuales de humedad. El espacio asignado por vaca influye directamente en la necesidad de reposición: a menor espacio, mayor ingreso de humedad y mayor demanda de sustrato. Como alternativa, algunos productores optan por ampliar el espacio por vaca para reducir la exigencia sobre la fermentación. El éxito del sistema depende de decisiones oportunas y seguimiento continuo, siendo una herramienta viable cuando se gestiona correctamente.

2 – Summary

The implementation of compost-bedded pack systems can be an effective strategy to improve animal welfare and optimize management under partial or full confinement conditions. Their functioning relies on active aerobic fermentation, which generates heat and helps keep the bedding dry, soft, and comfortable. To achieve this, four key factors must be balanced: carbon, nitrogen, water, and oxygen. Essential management practices include tilling the bedding twice daily to a depth of 30 cm, adding new material when moisture approaches 60%, and regularly monitoring temperature and humidity. On-farm availability of bedding material is crucial for responding promptly to sudden increases in moisture. The space allocated per cow directly influences the need for replenishment: less space leads to higher moisture input and greater demand for substrate. As an alternative, some farmers choose to increase the area per cow to reduce the burden on fer-

mentation. The success of the system depends on timely decisions and continuous monitoring, making it a viable tool when properly managed.

PALABRAS CLAVES: infraestructura, fermentación, cama caliente

3 – Introducción

Durante las últimas tres décadas, en Uruguay se ha dado un claro proceso de intensificación, con una disminución de aproximadamente el 50% en el número de productores lecheros, una reducción del 29% en el área total destinada a la lechería, un aumento del 15% en la cantidad de vacas y un incremento del 125% en la producción total de leche (Chilibroste et al., 2024). Más recientemente, los aumentos en la carga animal y en la producción individual de leche han estado acompañados por una mayor suplementación con concentrados (Fariña and Chilibroste, 2019) y un mayor consumo de forraje producido en el predio (Chilibroste et al., 2024). A nivel global, el aumento en la carga animal se ha utilizado para mejorar la utilización del forraje pastoreado por hectárea (Doole and Romera, 2013; Romera and Doole, 2015), y suele estar asociado a una mayor suplementación (Patton et al., 2016; Evers et al., 2021). Este enfoque ha demostrado mejorar la productividad por hectárea y la rentabilidad en sistemas basados en pasturas (Macdonald et al., 2008; Coffey et al., 2018; Hanrahan et al., 2018; Stirling et al., 2021a; Ortega et al., 2024). Sin embargo, la intensificación de los sistemas lecheros pastoriles también está asociada a excedentes de nutrientes (Stirling et al., 2024).

Una mayor carga animal puede limitar las oportunidades de pastoreo debido a la escasez de pasto o a eventos climáticos extremos, como olas de calor o el riesgo de dañar las pasturas luego de lluvias intensas, reduciendo el tiempo de pastoreo efectivo (Ortega et al., 2024; Menegazzi et al., 2025). Durante la primavera tardía y el verano, es práctica común restringir el pastoreo solo al horario nocturno debido a los altos niveles diurnos de THI, que afectan negativamente el comportamiento y el desempeño productivo (Román et al., 2017; Morales-Piñeyrúa et al., 2022). Cuando se restringe el acceso al pasto, es necesario suplementar a las vacas en condicio-

nes que garanticen su bienestar. No obstante, el confinamiento en áreas reducidas sin infraestructura adecuada para el manejo de efluentes puede generar impactos ambientales negativos. La acumulación de orina y heces en espacios confinados incrementa los desbalances de nutrientes, con riesgos asociados de pérdidas de N (Stirling et al., 2024) y contaminación con P en cuerpos de agua (Smith et al., 2013; Barreto et al., 2017).

Sistemas experimentales, análisis de bases de datos y modelos a escala de predio han evaluado críticamente el proceso de intensificación, proporcionando un marco de referencia para los productores lecheros de la región (Fariña and Chilibroste, 2019; Lazzarini et al., 2019; Stirling et al., 2021a; b; Baudracco et al., 2022; Chilibroste et al., 2024; Ortega et al., 2024; Pedemonte et al., 2024; Menegazzi et al., 2025). Existe un amplio consenso en que es posible aumentar la producción de leche en la región mediante una mayor carga animal, mayor suplementación y mejor aprovechamiento del forraje producido en el predio. Sin embargo, se reconoce que la infraestructura existente en los tambos es un factor limitante tanto para la expansión de la producción como para el aseguramiento del bienestar animal (Fariña y Chilibroste, 2019; Lazzarini et al., 2019; Chilibroste et al., 2024).

El tipo de infraestructura adoptada para abordar los desafíos mencionados es clave para los productores lecheros, ya que afecta a todo el sistema de producción, incluso cuando su uso es parcial (Bewley et al., 2017). Los sistemas de cama caliente (del inglés compost-bedded pack-barn), con o sin acceso a pastoreo, han surgido como una alternativa frente a los sistemas tradicionales de cama de tierra al aire libre (es decir, áreas abiertas con o sin sombra natural o artificial, donde se ubican los comederos y que están altamente expuestas a las condiciones climáticas) (Leso et al., 2020; Méndez et al., 2020). Los galpones con cama caliente han ganado popularidad a nivel mundial como un sistema de alojamiento con potencial para mejorar el bienestar animal, asegurar una buena salud de ubre y facilitar el manejo de efluentes (Bewley et al., 2017; Leso et al., 2020). Sin embargo, es inexistente literatura al respecto del funcionamiento de estos sistemas en Uruguay. De igual manera, existe escasa investigación sobre los efectos de los sistemas cama caliente en la producción y viabilidad económica, particularmente en sistemas de alimentación mixta en zonas de clima subtropical en Sudamérica.

Con el objetivo de generar información sobre el uso del sistema de cama caliente como una alternativa de infraestructura para mejorar las condiciones de encierro de vacas lecheras, así como de aportar conocimiento práctico sobre el manejo de la cama en sí misma, en el año

2018, en el marco de la Red Tecnológica Sectorial (RTS), se instaló un galpón con cama caliente en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC; Paysandú, Uruguay). Desde entonces - hace más de seis años - se ha realizado un monitoreo periódico tanto del funcionamiento del sistema como del uso de materiales de reposición. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo abordar los principales aspectos relacionados con el funcionamiento de la cama caliente, así como brindar información sobre los tipos de materiales utilizados, su frecuencia de uso y las principales pautas de manejo. Asimismo, se discuten resultados de investigaciones realizadas en el sistema de cama caliente, comparando sistemas estabulados y mixtos, y se analiza el posible impacto de esta infraestructura sobre los resultados productivos y económicos.

4 – Desarrollo

4.1. Principios básicos del funcionamiento y uso de materiales

Por definición, una cama caliente es un sistema que opera a una temperatura ideal de entre 43 y 60 °C (Black et al., 2013). Esta temperatura es el resultado de un proceso de fermentación aeróbica, y es lo que permite que el exceso de agua – proveniente de orina y heces – se evapore, manteniendo así un material seco, mullido y suficientemente confortable para las vacas (Bewley et al., 2017). Para alcanzar y sostener una fermentación adecuada, se requieren cuatro elementos clave: carbono (C), nitrógeno, agua y oxígeno. El carbono proviene de los sustratos que se incorporan a la cama, siendo los residuos de madera los más comunes; sin embargo, también pueden utilizarse residuos o subproductos agrícolas. El nitrógeno y el agua ingresan al sistema a través de las excretas de los animales. Por su parte, el oxígeno debe ser incorporado mediante el laboreo del material, el cual se recomienda realizar dos veces al día, en horarios equidistantes, a una profundidad de 30 a 35 cm, con el fin de asegurar un suministro constante de oxígeno. (Leso et al., 2020). De igual manera, la temperatura y humedad ambiente ejercen impacto sobre la fermentación.

Un aspecto importante a considerar es que aumentar la frecuencia de laboreo de dos a tres veces por día no necesariamente mejora el funcionamiento del sistema. Esto se debe a que cada laboreo genera una pérdida de temperatura y una liberación de humedad. El punto de menor temperatura en la cama se produce inmediatamente después del laboreo, y se requieren algunas horas para que el proceso de fermentación – favorecido por el nuevo ingreso de oxígeno – vuelva a generar ca-

lor. Si este proceso es interrumpido prematuramente con un nuevo laboreo, se limita la posibilidad de alcanzar el pico térmico. Aumentar la frecuencia de laboreo puede ser beneficioso únicamente cuando la fermentación ya se encuentra comprometida por otros factores, como una deficiencia de carbono.

Del mismo modo, reducir el laboreo a una sola vez al día también resulta contraproducente, ya que el oxígeno disponible en el sustrato se agota, lo que disminuye la actividad microbiana y, por ende, la fermentación. En la práctica, el laboreo suele realizarse durante los períodos de ordeñe, aprovechando que los animales no se encuentran sobre la cama. Para esta tarea se utilizan básicamente dos tipos de implementos: cinceles y rotovadores. El cincel tiene la ventaja de alcanzar fácilmente la profundidad recomendada (30 cm), con la posibilidad de trabajar incluso más profundo si fuera necesario. Sin embargo, su eficacia disminuye cuando el material presenta una humedad excesiva, ya que tiene dificultades para desarmar los agregados compactados. En esos casos, el uso del rotovador resulta clave, ya que permite desagregar el material, aumentando la superficie de contacto con el oxígeno y, por tanto, la tasa de fermentación y la generación de calor, lo que favorece el secado de la cama.

Materiales: criterios de reposición, tipos y cantidades

Para mantener el equilibrio entre carbono, nitrógeno, agua y oxígeno, la reposición oportuna del sustrato cumple un rol fundamental en el adecuado funcionamiento del sistema. Esta reposición está estrechamente vinculada con la carga animal, y por tanto, con la cantidad de metros cuadrados asignados por vaca. Durante el experimento desarrollado en el marco de la RTS, llevado a cabo entre 2019 y 2021 (Menegazzi et al., 2025), se evaluaron dos modalidades de uso de la cama caliente en el galpón experimental. En un ala, se alojaron 32 vacas en encierro completo, con una asignación de 13,2 m² por vaca (m²/VO). En la otra ala, se alojaron también 32 vacas, pero con encierro parcial, es decir, con un turno de pastoreo diario. Estas últimas permanecían sobre la cama solo la mitad del día, lo que en la práctica equivale a una ocupación constante de 16 vacas, con una asignación efectiva de 26,4 m²/VO.

Tal como se observa en la Figura 1, la necesidad de reposición de material fue mayor en el grupo de encierro completo (13,2 m²/VO) que en el de ocupación parcial (26,4 m²/VO), lo cual evidencia el impacto directo de la carga sobre la humedad acumulada en la cama y la necesidad de reposición. Más allá del nivel de ocupación, se observó una estacionalidad marcada en la necesidad de

reposición: fue mayor durante el invierno y menor en verano. Esta variación responde principalmente a las condiciones ambientales, como la menor tasa de evaporación y mayor humedad relativa durante los meses fríos, que afectan directamente el secado de la cama y, por ende, la frecuencia y cantidad de sustrato requerido.

El punto de partida para definir la necesidad de reposición de material suele ser la caída de la temperatura de la cama y el consecuente aumento de su humedad. Si bien este es un efecto dinámico y con retroalimentación negativa – ya que el aumento de humedad reduce la temperatura y, a su vez, la baja temperatura disminuye la evaporación –, se utiliza como criterio práctico el agregado de una nueva capa de sustrato cuando la humedad de la cama se aproxima al 60 %.

Cabe destacar que los factores que provocan la disminución de la temperatura pueden estar relacionados con cualquiera de los cuatro elementos base del sistema: carbono, nitrógeno, agua y oxígeno. A continuación, se analizan brevemente cada uno de ellos. La falta de carbono es una de las causas más frecuentes de caída de temperatura, debido a la carencia de sustrato necesario para el desarrollo de la microbiota responsable de la fermentación. En ese sentido, un exceso de nitrógeno también representa un desequilibrio del sistema, ya que se traduce en una relación C:N inadecuada. Lo ideal es mantener una proporción de 25 a 30:1 (Leso et al. 2020). Por el contrario, la falta de nitrógeno, si bien reduce la actividad de fermentación y por ende la temperatura, no suele representar un problema, ya que en general está asociada a un menor ingreso de orina y heces, y por lo tanto también de agua. En esos casos, la cama tiende a mantenerse en buen estado, aunque con una menor generación de calor. El exceso de humedad, ya sea por aporte directo de los animales o por filtraciones (lluvia, alta humedad ambiente, etc.), desencadena una serie de procesos interrelacionados. Inicialmente, el aumento de humedad provoca una mayor compactación del material,

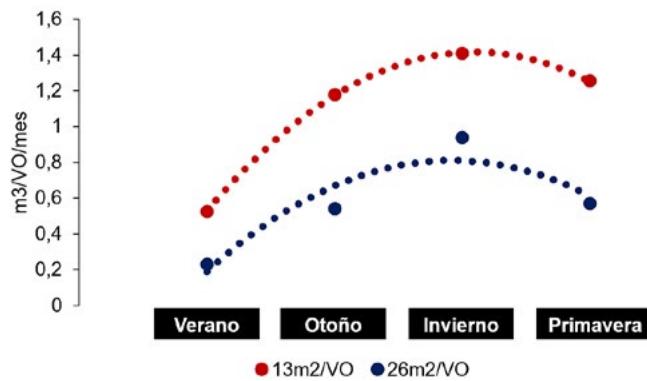


Figura 1. Uso de materiales de reposición en función del espacio por vaca y época del año.

lo que dificulta el ingreso y permanencia de oxígeno, y con ello compromete la fermentación. Esta misma falta de oxígeno puede estar relacionada también con problemas de manejo, especialmente cuando el laboreo de la cama no se realiza con la frecuencia, profundidad o en los horarios recomendados (Black et al., 2013).

La Figura 2 ilustra esta compleja interacción entre factores, comparando dos situaciones opuestas. Los signos rojos (ubicados a la izquierda) representan una situación problemática, iniciada por el exceso de humedad. Este exceso favorece la compactación del sustrato, lo que

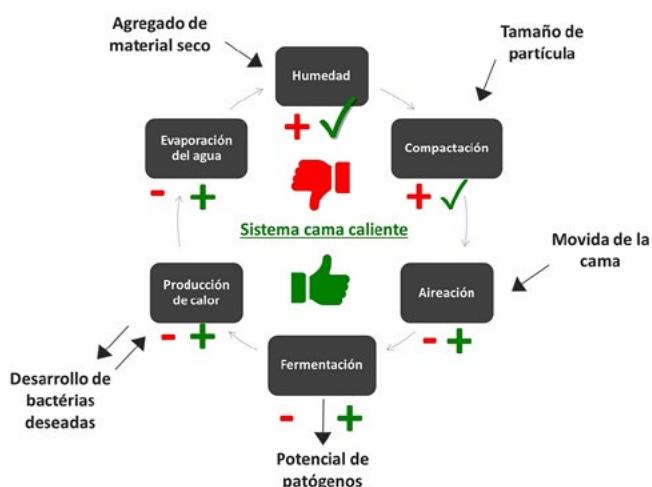


Figura 2. Representación esquemática del funcionamiento de la cama caliente en dos situaciones opuestas. Los signos rojos (izquierda) representan una situación problema partiendo de un exceso de humedad. El caso opuesto (signos verdes, a la derecha) la retroalimentación negativa sería interrumpida por el agregado de material seco.

disminuye la aireación, reduce la fermentación y, como consecuencia, aumenta el riesgo de proliferación de patógenos. La baja fermentación disminuye la producción de calor, limitando la evaporación y agravando aún más la acumulación de humedad, en un ciclo de retroalimentación negativa. En contraste, los signos verdes (a la derecha) representan una situación deseable. En este caso, la adición de material seco —con tamaño de partícula adecuado (ver sección siguiente)— reduce la compactación, mejora la aireación, favorece la fermentación y, por tanto, incrementa la producción de calor y la evaporación del agua. Este proceso rompe el ciclo negativo y genera una retroalimentación positiva que ayuda a mantener la cama en condiciones óptimas. A partir de esta comprensión, se destaca la importancia de monitorear la humedad de la cama y actuar preventivamente mediante el agregado de material seco. La humedad es, en muchos casos, el punto de partida de los desequilibrios, mientras que la temperatura debe interpretarse como resultado directo del manejo aplicado.

Una de las preguntas clave es qué material utilizar y en qué cantidad en cada reposición. La premisa principal para la elección del sustrato es que sea una buena fuente de carbono y que ese carbono esté accesible para la microbiota responsable de la fermentación. Además, en algunos casos se incorporaron materiales con partículas de mayor tamaño (~ 1 a 2 cm), que cumplieron una función física: mejorar la porosidad del material, disminuir la

Fuentes de Carbono y aspectos físicos

Partículas finas (fuente de C) → Partículas grandes (función física)



Figura 3. Principales sustratos utilizados en la cama caliente de la FEMAC.

compactación y favorecer la aireación. En la EEMAC, los principales materiales utilizados para la reposición han sido aserrín, chip de madera y cáscara de arroz (Tabla 1). El aserrín ha funcionado como la principal fuente de carbono para la fermentación. Por su parte, el chip de madera ha tenido un rol estructural, reduciendo la compactación y mejorando la circulación de oxígeno dentro de la cama (Figura 3). La cáscara de arroz cumple una función intermedia, tanto desde el punto de vista físico como microbiológico. Su principal ventaja es su bajo contenido de humedad, gracias a la alta proporción de sílice en su composición. Esta característica le permite mantenerse seca incluso cuando se almacena a cielo abierto, a diferencia de los subproductos de la madera, que en general presentan una humedad inicial elevada.

La Figura 4 muestra la cantidad total de material repuesto por vaca, expresada tanto en volumen ($m^3/VO/mes$) como en centímetros de espesor de capa agregada. Durante los seis años de monitoreo, las reposiciones mensuales por vaca promediaron $1,25 m^3/VO$, con un rango que varió entre 0 y $3 m^3/VO/mes$. Los meses de invierno resultaron sistemáticamente los más desafiantes, ya que requirieron una mayor frecuencia de reposición. Por ejemplo, en el último invierno se realizaron aplicaciones semanales de material durante varias semanas consecutivas, mientras que entre octubre y marzo no se registraron reposiciones. Esta variación estacional se debe, por un lado, a las condiciones climáticas adversas del invierno, como la alta humedad relativa y las bajas temperaturas, que reducen la capacidad de evaporación de la cama. En esas circunstancias, se hace necesario agregar material incluso sin que exista una deficiencia de carbono, con el fin de diluir la humedad presente y mantener condiciones confortables para los animales. Como consecuencia, se produce una acumulación de carbono mayor al requerido estrictamente para la fermentación.

Por otro lado, durante la primavera y el verano, las condiciones ambientales más secas y cálidas favorecen la evaporación natural, reduciendo significativamente la

Tabla 1. Proporción de los principales materiales utilizados. Incluye reposiciones y cambio completo

Año	Tipo de material		
	Aserrín	Casca de Arroz	Chip madera
2020	54%	17%	29%
2021	58%	20%	21%
2022	50%	24%	26%
2023	71%	4%	25%
2024	75%	0%	25%
Promedio	60%	15%	25%

necesidad de reposición (Andrade et al., 2024). Un factor adicional para tener en cuenta es la humedad del sustrato al momento de su incorporación. En la EEMAC, todos los materiales utilizados se almacenan a cielo abierto y, por lo tanto, ingresan al sistema con un contenido de humedad relativamente alto. Esto implica que las cantidades aplicadas podrían ser menores si se dispusiera de sustratos secos o con mejor manejo de almacenamiento.

Monitoreo de temperatura y humedad

Semanalmente se realiza el monitoreo de temperatura y humedad de la cama, con el objetivo de seguir su evolución y mantener los valores dentro de los rangos deseados: 40 a 60 % de humedad y 43 a 60 °C de temperatura (Bewley et al., 2017; Leso et al., 2020). Ambas variables se miden a una profundidad de entre 15 y 20 cm. En función de los resultados del monitoreo, se decide el agregado de una nueva capa de material, según los criterios discutidos anteriormente. A lo largo de los años de seguimiento, tanto la temperatura como la humedad de la cama se han mantenido dentro o muy próximas al rango objetivo (Figura 5), presentando variaciones estacionales esperables en función de las condiciones climáticas. Cabe destacar la dispersión observada en los promedios, tanto de temperatura como de humedad, la cual puede explicarse por dos factores principales. En primer lugar, por momentos puntuales en los que se detectaron descensos de temperatura y aumentos de humedad, los cuales fueron rápidamente corregidos mediante ajustes en el manejo y reposición. En segundo lugar, como ya se ha mencionado, en situaciones de baja carga animal, el menor ingreso de orina y heces reduce el aporte de nitrógeno y agua al sistema, lo que puede provocar una disminución de la actividad fermentativa y, en consecuencia, de la temperatura. Sin embargo, esta situación no necesariamente afecta negativamente la calidad de la cama, ya que la menor actividad fermentativa se ve com-

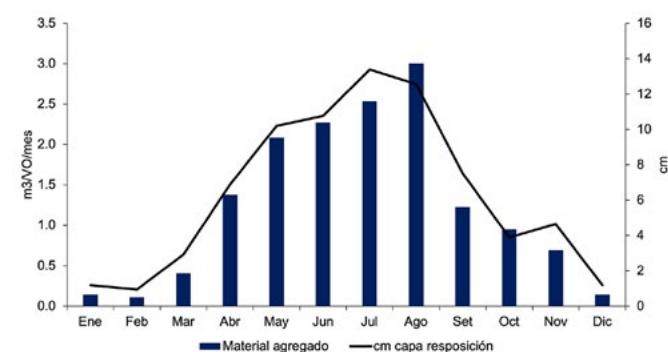


Figura 4. Cantidad total de material repuesto por vaca y su equivalente en centímetros de capa agregada. Los valores están ajustados a una base de ocupación de 24 horas por día (por ejemplo, dos vacas durante 12 h/día se consideran equivalentes a una vaca con ocupación continua).

pensada por un ambiente más seco y estable.

De hecho, durante los primeros dos años de uso del sistema, cuando se trabajó con una carga constante pero con diferentes niveles de ocupación diaria – una parte del galpón destinada a estabulación completa y otra a uso parcial con un turno de pastoreo –, se observó que la temperatura muchas veces estuvo por debajo del rango óptimo con el uso parcial. No obstante, en este ejemplo, la humedad se mantuvo bajo control, lo que evidencia que el descenso de temperatura no implicó una pérdida de funcionalidad del sistema, sino que respondió a un menor ingreso de excretas, y por tanto, tuvo una fermentación menos activa. Un último aspecto destacable de la Figura 5 es la clara relación inversa entre temperatura y humedad, que refleja la interacción bidireccional entre ambas variables: una caída en la temperatura puede ser tanto causa como consecuencia de un aumento en la humedad, lo que refuerza la necesidad de monitoreo constante para tomar decisiones de manejo oportunas.

Espacio de cama y sus implicancias

Del análisis anterior se desprende que, para mantener una cama en condiciones adecuadas para las vacas, es indispensable realizar las reposiciones de material en tiempo y forma, especialmente cuando se busca maximizar el uso de la infraestructura, es decir, trabajar con una asignación estándar de espacio de alrededor de 13 m² por vaca. Cuando la reposición de material constituye una limitante —ya sea por problemas de acceso, costos del sustrato o del transporte—, la única alternativa viable para sostener una cama funcional es aumentar el espacio disponible por vaca. Este incremento tiene como objetivo reducir el ingreso de humedad proveniente de la orina y las heces, y evitar la formación de zonas encharcadas o

con barro.

Esta estrategia parece haber sido adoptada por varios productores, quienes, ante la dificultad de reponer material de forma regular, optaron por ampliar el espacio por vaca, incluso superando los 20 a 30 m²/VO, e incorporando patios externos anexos al galpón. Esta modalidad reduce significativamente el ingreso de excretas en la cama, con lo cual la fermentación pierde protagonismo como mecanismo de secado, y el sistema opera con otra lógica funcional. Desde el punto de vista del productor, esta elección implica un mayor costo en infraestructura por vaca, pero a cambio reduce los costos asociados a la reposición de material. Sin embargo, faltan estudios sistemáticos que cuantifiquen los trade-offs productivos, económicos y ambientales de estas decisiones a nivel de predios comerciales.

Lo que sí resulta claro es que mantener a los animales sobre una cama con exceso de humedad representa un riesgo sanitario considerable, especialmente para la glándula mamaria (Biasato et al., 2019). En la EEMAC, durante el primer año de uso del sistema, se registró un brote severo de mastitis en el mes de abril, con hasta un 50 % de las vacas completamente estabuladas afectadas, en su mayoría por *Serratia spp.*, una bacteria conocida por causar mastitis crónicas en sistemas de cama caliente (Friman et al., 2019). A partir de esa experiencia, se adoptó como medida de manejo mantener un stock permanente de material seco en el local, lo que permitió responder rápidamente a aumentos puntuales de humedad en la cama.

Desde una perspectiva más amplia, los sistemas cama caliente se destacan por su capacidad de acumular y almacenar deyecciones por períodos prolongados, lo cual facilita su posterior uso como abono orgánico (Bewley et al., 2017; McDowell et al., 2022). La duración de la cama está principalmente determinada por la estructura planificada del galpón, y el cambio total del material se realiza cuando la falta de espacio físico impide continuar con las reposiciones (Tabla 2). En la EEMAC, el material retirado y luego aplicado al campo presentó, en promedio, 1,8 % de N, 0,7 % de P y 0,8 % de K (base seca).

No obstante, el uso de patios anexos – aunque resuelve parcialmente el problema inmediato de manejo de humedad – plantea riesgos ambientales importantes, en particular por la acumulación de nutrientes en zonas sin infraestructura adecuada para la recolección y gestión de los deyecciones. Esta situación puede exponer al sistema a desequilibrios significativos de nutrientes (van Vuuren y Chilibroste, 2013).

Fariña y Chilibroste (2019) y Stirling et al. (2024a) han identificado la contaminación puntual (“point-source”)

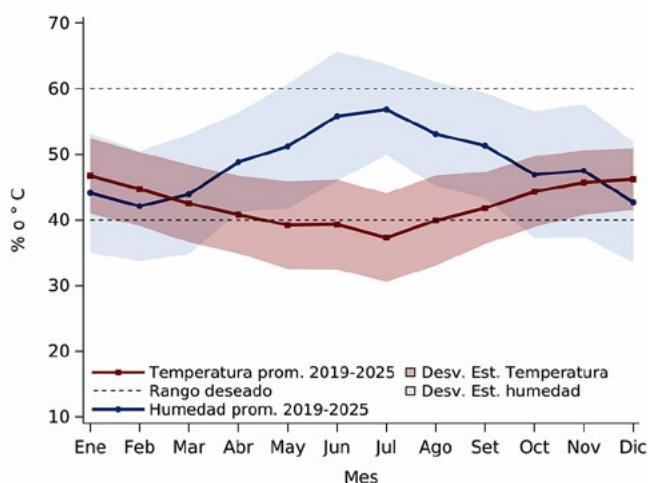


Figura 5. Temperatura y humedad promedio de la cama durante seis años de monitoreo. Las mediciones se realizaron semanalmente a 15-20 cm de profundidad.

como uno de los principales desafíos ambientales de los sistemas lecheros en expansión en Uruguay. A nivel internacional, también se ha reportado una asociación positiva entre la intensificación de sistemas pastoriles y los excedentes de nutrientes, como se ha documentado en Australia (Gourley et al., 2012; Smith et al., 2013), Países Bajos (van Loon et al., 2024), Irlanda (Adenuga et al., 2020) y Uruguay (Stirling et al., 2024).

4.2. ¿Que nos dice la investigación en sistemas estabulados?

La performance productiva y económica de los sistemas estabulados en Uruguay aún carece de datos suficientes para un análisis exhaustivo. Desde el ámbito de la investigación, el experimento desarrollado en el marco de la RTS entre 2019 y 2021 en la EEMAC constituye un insumo para comenzar a discutir estos aspectos. Para una descripción detallada del diseño experimental y sus resultados, ver Menegazzi et al. (2025). De forma resumida, el estudio se extendió durante dos años, abarcando dos lactancias y dos estaciones de parto (otoño y primavera), y evaluó tres tratamientos que combinaron distintos sistemas de alojamiento y estrategias de alimentación. Las combinaciones evaluadas fueron:

- CC-DTM: Estabulación permanente en galpón con cama caliente, con aspersores, ventilación, acceso a agua y dieta total mezclada (DTM) ad libitum.
- CC-PAST: Pastoreo directo más suplementación (DPM), con acceso al galpón con cama caliente, aspersores, ventilación y agua ad libitum.
- CA-PAST: Pastoreo directo más suplementación (DPM), con encierro a cielo abierto (piso de tierra), sombra artificial y agua ad libitum.

El sistema CC-DTM, correspondiente a estabulación completa, mostró una mayor producción de leche y de sólidos por vaca en comparación con los sistemas de alimentación mixta. Las diferencias fueron particularmente marcadas en vacas con parto en primavera, en comparación con las de otoño. Por otro lado, la comparación entre los dos sistemas de alimentación mixta —CC-PAST

y CA-PAST— reveló que la exposición ambiental diferenciada no afectó significativamente la producción global, aunque se observaron ventajas en el CC-PAST durante períodos de estrés calórico, con una mayor producción individual y mejor confort térmico durante varias semanas del ensayo (Méndez et al., 2023). La producción individual promedio fue de 10498, 8488 y 8507 kg de leche por lactancia (305 d) para CC-DTM, CC-PAST y CA-PAST, respectivamente.

El desempeño económico de cada tratamiento fue simulado considerando las inversiones y costos necesarios para alcanzar los niveles de producción de leche observados (resultados experimentales), utilizando como referencia el tambo promedio uruguayo (PRO-UY), caracterizado a partir de la encuesta nacional realizada por el INALE (2014). Los ingresos brutos, los costos económicos y el ingreso de capital del sistema promedio uruguayo fueron menores que los de los sistemas experimentales (Tabla 3), mientras que su rentabilidad sobre los activos fue superior a la de CC-DTM y CC-PAST, pero inferior a la de CA-PAST. Los sistemas lecheros en Uruguay dependen en gran medida de la alimentación basada en pasturas, con distintos niveles de suplementación e inversión en infraestructura (Fariña y Chilibroste, 2019). Pedemonte et al. (2024) analizaron la diversidad de los sistemas lecheros uruguayos, identificando distintas tipologías según los niveles de intensificación, la participación de la pastura en la dieta, las estrategias de suplementación y la productividad por hectárea. Sus resultados destacan que los sistemas menos intensivos, que dependen mayormente de la pastura con una suplementación mínima, tienden a presentar una rentabilidad menor, no por el uso de la pastura en sí, sino debido a la baja producción de leche por hectárea y a una utilización subóptima de la pastura, lo que limita su capacidad para absorber fluctuaciones en los costos. En contraste, los tambos con mayor carga animal y mayor consumo de pastura por hectárea lograron un mejor desempeño económico, especialmente cuando se aplicó una suplementación estratégica para compensar las variaciones estacionales en la disponibilidad de pastura. De manera similar, Chilibroste et al. (2024) encontraron que los tambos que lograron aumentar su productividad a lo largo del tiempo lo hicieron principalmente incrementando el consumo de forraje producido en el establecimiento y la carga animal, más que mediante la compra de alimento externo.

El análisis de las tendencias a largo plazo del sector lechero en Uruguay mostró que una mayor utilización de pastura, complementada con suplementación, condujo a una mayor eficiencia y resiliencia económica. Estos hallazgos refuerzan la idea de que las mejoras en la rentabilidad de los sistemas lecheros basados en pasturas

Tabla 2. Duración de la cama hasta un cambio completo

Desde	Hasta	Meses
Lado sur		
01/10/2018	07/03/2020	17
08/03/2020	31/01/2022	23
01/02/2022	08/03/2025	37
Lado norte		
17/08/2019	24/02/2021	18
25/02/2021	01/03/2024	36
02/03/2024	actual	

requieren una intensificación a través de una mejor gestión del pasto, más que mediante el aumento de insumos externos. El sistema PRO-UY, utilizado como referencia para el análisis económico en este estudio, opera bajo un modelo de low-input, low-output, reflejando la estrategia típica de producción lechera basada en pasturas en Uruguay. Sus ingresos brutos y costos económicos fueron mucho más bajos (56–79%) que los tratamientos experimentales. El desempeño económico de PRO-UY coincide con los resultados de Baudracco et al. (2022), quienes evaluaron estrategias para duplicar la producción de leche por tambo en Argentina. Su estudio encontró que la intensificación del uso de pasturas y la suplementación estratégica mejoraron los resultados financieros, con sistemas intensificados basados en pasturas logrando una mayor rentabilidad sobre los activos que los sistemas totalmente confinados. Además, Baudracco et al. (2022) destacaron los riesgos financieros asociados a sistemas de estabulación con alta inversión de capital, particularmente en contextos de precios de la leche volátiles y variabilidad climática. Esto coincide con nuestro hallazgo de que el sistema CC-DTM presentó los mayores ingresos brutos y valor de activos, pero una rentabilidad sobre los activos relativamente baja, lo que pone de manifiesto el desafío de recuperar grandes inversiones en infraestructura. Por otro lado, CA-PAST alcanzó una alta rentabili-

dad debido a sus menores costos de infraestructura, lo que sugiere que las mejoras en la gestión del pastoreo y las estrategias de suplementación pueden mejorar los resultados económicos sin requerir confinamiento total. Estos hallazgos son especialmente relevantes para países como Uruguay, donde los sistemas de bajos insumos enfrentan limitaciones de rentabilidad a menos que se aumente la productividad por hectárea mediante una mejor gestión del pasto y estrategias de suplementación, como lo demuestran Pedemonte et al. (2024) y Chilibros et al. (2024).

El ingreso de capital fue similar entre CC-DTM y CC-PAST, mientras que CA-PAST duplicó el ingreso de capital de estos sistemas. A pesar de que CC-DTM y CC-PAST obtuvieron ingreso de capital similares, lo lograron de diferentes maneras. CC-DTM presentó el doble de ingresos brutos y el doble de costos en comparación con CC-PAST, principalmente debido al mayor uso de concentrados en la dieta TMR. La rentabilidad sobre los activos de CA-PAST fue casi cuatro veces mayor que la de CC-DTM, debido principalmente a sus menores costos de infraestructura. En contraste, CC-PAST igualó a CA-PAST en productividad, pero requirió una infraestructura más costosa, lo que resultó en el ingreso de capital más bajo y una rentabilidad sobre los activos similar a la de CC-DTM. Para mejorar la viabilidad de la infraestructura

Tabla 3. Uso de la tierra, performance productiva y resultados económicos de los sistemas experimentales (CC-DTM, CC-PAST y CA-PAST) en comparación a un predio comercial promedio de Uruguay (PRO-UY)

Ítem	Sistema experimental o tambo promedio			
	CC-DTM	CC-PAST	CA-PAST	PRO-UY
Tierra, animales y producción				
Área total, ha	194	194	194	194
Área total lechería, ha	160	160	160	160
Vacas en ordeño (VO)	281	188	188	104
Carga, VM/ha VM	2,82	1,89	1,89	1,07
Producción de leche, kg/VO/d	34,6	27,9	27,9	19,2
Inversión total ¹ , US\$	1.619.151	932.245	315.413	353.481
Infrastructure galpón	983.500	658.000	0	0
Performance económica				
Producto bruto, US\$/ha	5.568	2.976	2.990	1.288
Costos económicos, US\$/ha	5.278	2.669	2.473	1.039
Ingreso de capital, US\$/ha	290	307	517	249
Activos, US\$/ha	13.625	10.546	7.361	5.874
Rentabilidad sobre activos, %	2,1	2,9	7,0	4,2

Fuente: Menegazzi et al. 2025. CC-DTM: Estabulación permanente en galpón con cama caliente, con aspersores, ventilación, acceso a agua y dieta total mezclada ad libitum. CC-PAST: Pastoreo directo más suplementación, con acceso al galpón con cama caliente, aspersores, ventilación y agua ad libitum. CA-PAST: Pastoreo directo más suplementación, con encierro a cielo abierto (piso de tierra), sombra artificial y agua ad libitum. ¹Las inversiones se incorporaron a los costos económicos mediante depreciación. Para el sistema PRO-UY, los valores reflejan el costo real de la infraestructura del establecimiento, el cual se utilizó como referencia para escalar los tratamientos experimentales.

de un sistema cama caliente en un sistema de alimentación mixta, una mayor producción individual de leche y/o el uso alternado de la infraestructura entre diferentes grupos de vacas podría maximizar su utilización y distribuir los costos asociados entre un mayor número de animales. Aunque las vacas del sistema CC-PAST utilizaron la cama caliente solo medio día, para el análisis económico se mantuvo una asignación estándar de espacio por vaca para todo el día. A pesar de las posibles limitaciones respecto a la infraestructura de CA-PAST, particularmente en condiciones de estrés calórico, sigue siendo una opción económicamente viable para los productores, ya que no se observaron efectos adversos sobre el desempeño productivo general. Investigaciones futuras deberían explorar la resiliencia financiera a largo plazo de estos modelos y evaluar estrategias para mejorar la productividad por hectárea manteniendo la eficiencia en los costos.

Como parte de un esfuerzo más amplio para evaluar los efectos de las condiciones de alojamiento y de las estrategias de alimentación en sistemas lecheros, más allá de lo productivo y económico, otros estudios realizados dentro del mismo experimento ya introducido (Menegazzi et al., 2025) han sido publicados. Los trabajos involucran estudios de bienestar animal (Pons et al., 2023), higiene de ubre e indicadores de mastitis (Mendina et al., 2023), perfil de ácidos grasos de la leche (Grille et al., 2023), adaptación metabólica a la lactancia (Mendina et al., 2024), comportamiento, consumo, digestión y producción de leche en la lactancia temprana (Méndez et al., 2024), y el impacto del estrés calórico sobre la producción de leche (Méndez et al., 2023).

5 – Consideraciones finales sobre el manejo de la cama caliente

Es clara la necesidad de proveer a los animales un entorno confortable y seguro, lo cual implica una cama seca en la superficie, mullida y con humedad controlada, que minimice el riesgo sanitario, en particular la exposición a patógenos. Este es el objetivo central del sistema cama caliente, que a través de la fermentación aeróbica de materiales orgánicos, eleva la temperatura del sustrato lo suficiente como para favorecer la evaporación del exceso de humedad y evitar la proliferación microbiana indeseada.

Cuanto mayor sea la concentración de animales sobre la cama, mayor será el ingreso de humedad vía orina y heces, y por tanto mayor la dependencia de una fermentación eficiente para mantener condiciones adecuadas. Esto implica también un mayor consumo de sustrato. Como alternativa, cuando la reposición de material es limitada, se puede optar por aumentar el espacio disponible por vaca, lo que disminuye la carga de humedad

por unidad de superficie y reduce la exigencia sobre el proceso de compostaje.

El adecuado funcionamiento de una cama caliente requiere monitoreo frecuente y capacidad de respuesta rápida. A partir de los resultados obtenidos, se identifican cinco puntos críticos de manejo para asegurar la eficacia del sistema:

- 1 Respetar el espacio mínimo por animal y contar con aleros o protección perimetral para evitar el ingreso de agua de lluvia.
- 2 Disponer de material de reposición en stock dentro del predio, para actuar de forma inmediata ante aumentos de humedad.
- 3 Agregar material cada vez que la humedad se acerque al 60 %, incluso si la temperatura no ha descendido aún.
- 4 Realizar el laboreo de la cama dos veces al día, en horarios equidistantes, a una profundidad adecuada.
- 5 Monitorear regularmente la temperatura y la humedad, a fin de anticipar desequilibrios y tomar decisiones de manejo oportunas.

La aplicación sistemática de estas prácticas permite mantener el equilibrio entre los cuatro factores clave del proceso de fermentación aeróbica: carbono, nitrógeno, oxígeno y agua. Este equilibrio es esencial para asegurar la generación de calor suficiente, condición que garantiza la funcionalidad, sanidad y confort del sistema cama caliente.

6 – Referencias

Adenuga, A. H., J. Davis, G. Hutchinson, M. Patton, and T. Donnellan. 2020. Analysis of the effect of alternative agri-environmental policy instruments on production performance and nitrogen surplus of representative dairy farms. *Agric. Syst.* 184:102889. doi:10.1016/j.aggsy.2020.102889.

Andrade, R. R., I. De F, C. Eduardo, A. Oliveira, M. S. Concha, O. De F, G. Bambi, and M. Barbari. 2024. Understanding Compost-Bedded Pack Barn Systems in Regions with a Tropical Climate : A Review of the Current State of the Art.

Barreto, P., S. Dogliotti, and C. Perdomo. 2017. Surface water quality of intensive farming areas within the Santa Lucia river basin of Uruguay. *Air, Soil Water Res.* 10:1–8. doi:10.1177/1178622117715446.

Baudracco, J., B. Lazzarini, N. Rossler, L. Gastaldi, J. Jauregui, and S. Fariña. 2022. Strategies to double milk production per farm in Argentina: Investment, economics and risk analysis. *Agric. Syst.* 197:103366. doi:10.1016/j.aggsy.2022.103366.

Bewley, J. M., L. M. Robertson, and E. A. Eckelkamp.

2017. A 100-Year Review: Lactating dairy cattle housing management. *J. Dairy Sci.* 100:10418–10431. doi:10.3168/jds.2017-13251.
- Biasato, I., A. D'Angelo, I. Bertone, R. Odore, and C. Bellino. 2019. Compost bedded-pack barn as an alternative housing system for dairy cattle in Italy: effects on animal health and welfare and milk and milk product quality. *Ital. J. Anim. Sci.* 18:1142–1153. doi:10.1080/1828051X.2019.1623095.
- Black, R. A., J. L. Taraba, G. B. Day, F. A. Damasceno, and J. M. Bewley. 2013. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. *J. Dairy Sci.* 96:8060–8074. doi:10.3168/jds.2013-6778.
- Chilibroste, P., G. Battegazzore, and S. Fariña. 2024. Productivity versus area: The growth dilemma of the Uruguayan dairy sector. *Agrociencia Uruguay* 28:e1236. doi:10.31285/AGRO.28.1236.
- Coffey, E. L., L. Delaby, C. Fleming, K. M. Pierce, and B. Horan. 2018. Multi-year evaluation of stocking rate and animal genotype on milk production per hectare within intensive pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.* 101:2448–2462. doi:10.3168/jds.2017-13632.
- Doole, G. J., and A. J. Romera. 2013. Detailed description of grazing systems using nonlinear optimisation methods: A model of a pasture-based New Zealand dairy farm. *Agric. Syst.* 122:33–41. doi:10.1016/j.agsy.2013.08.001.
- Evers, S. H., L. Delaby, C. Fleming, K. M. Pierce, and B. Horan. 2021. Effect of 3 autumn pasture management strategies applied to 2 farm system intensities on the productivity of spring-calving, pasture-based dairy systems. *J. Dairy Sci.* 104:6803–6819. doi:10.3168/jds.2020-19246.
- Fariña, S. R., and P. Chilibroste. 2019. Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: The case of farm systems in Uruguay. *Agric. Syst.* 176:102631. doi:10.1016/j.agsy.2019.05.001.
- Friman, M. J., M. H. Eklund, A. H. Pitkälä, P. J. Rajaala-Schultz, and M. H. J. Rantala. 2019. Description of two *Serratia marcescens* associated mastitis outbreaks in Finnish dairy farms and a review of literature. *Acta Vet. Scand.* 61:1–11. doi:10.1186/s13028-019-0488-7.
- Gourley, C. J. P., W. J. Dougherty, D. M. Weaver, S. R. Aarons, I. M. Awty, D. M. Gibson, M. C. Hannah, A. P. Smith, and K. I. Peverill. 2012. Farm-scale nitrogen, phosphorus, potassium and sulfur balances and use efficiencies on Australian dairy farms. *Anim. Prod. Sci.* 52:929–944. doi:10.1071/AN11337.
- Grille, L., D. Escobar, M. N. Méndez, M. de L. Adrien, L. Olazabal, V. Rodríguez, R. Pelaggio, P. Chilibroste, A. Meikle, and J. P. Damián. 2023. Different conditions during confinement in pasture-based systems and feeding systems affect the fatty acid profile in the milk and cheese of Holstein dairy cows. *Animals* 13:1426. doi:10.3390/ani13081426.
- Hanrahan, L., N. McHugh, T. Hennessy, B. Moran, R. Kearney, M. Wallace, and L. Shalloo. 2018. Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production. *J. Dairy Sci.* 101:5474–5485. doi:10.3168/jds.2017-13223.
- Lazzarini, B., J. Baudracco, G. Tuñon, L. Gastaldi, N. Lyons, H. Quattrochi, and N. Lopez-Villalobos. 2019. Review: Milk production from dairy cows in Argentina: Current state and perspectives for the future. *Appl. Anim. Sci.* 35:426–432. doi:10.15232/aas.2019-01842.
- Leso, L., M. Barbari, M. A. Lopes, F. A. Damasceno, P. Galama, J. L. Taraba, and A. Kuipers. 2020. Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 103:1072–1099. doi:10.3168/jds.2019-16864.
- van Loon, M. P., R. Hijbeek, W. J. Vonk, and J. Oenema. 2024. Nutrient cycling on dairy farms in the Netherlands: The role of farm structure, management and trade-offs. *Resour. Conserv. Recycl.* 211:107875. doi:10.1016/j.resconrec.2024.107875.
- Macdonald, K. A., J. W. Penno, J. A. S. Lancaster, and J. R. Roche. 2008. Effect of stocking rate on pasture production, milk production, and reproduction of dairy cows in pasture-based systems. *J. Dairy Sci.* 91:2151–2163. doi:10.3168/jds.2007-0630.
- McDowell, R. W., C. A. Rotz, J. Oenema, and K. A. Macintosh. 2022. Limiting grazing periods combined with proper housing can reduce nutrient losses from dairy systems. *Nat. Food* 3:1065–1074. doi:10.1038/s43016-022-00644-2.
- Méndez, M. N., P. Chilibroste, and M. Aguerre. 2020. Pasture dry matter intake per cow in intensive dairy production systems: effects of grazing and feeding management. *Animal* 14:846–853. doi:10.1017/S1751731119002349.
- Méndez, M. N., L. Grille, G. R. Medina, P. H. Robinson, M. de L. Adrien, A. Meikle, and P. Chilibroste. 2023. Performance of autumn and spring calving Holstein dairy cows with different levels of environmental exposure and feeding strategies. *Animals* 13:1211. doi:10.3390/ani13071211.
- Méndez, M. N., N. Swanepoel, P. H. Robinson, V. Pons, A. Jasinsky, M. de L. Adrien, and P. Chilibroste. 2024. Behavior, intake, digestion and milk yield of early lactation Holstein dairy cows with two levels of environmental exposure and feeding strategy. *Animals* 14:1905. doi:10.3390/ani14131905.
- Mendina, G. R., J. P. Damián, A. Meikle, P. Chilibroste, O. Bentancur, and M. de L. Adrien. 2023. Udder hygiene

and mastitis indicators in contrasting environmental conditions during half-time confinement in pasture-based dairy systems. *Animals* 13:1544. doi:10.3390/ani13091544.

Mendina, G. R., J. P. Damián, A. Meikle, M. N. Méndez, P. Chilibroste, and M. L. Adrien. 2024. Metabolic adaptation to lactation of dairy cows in two contrasting facilities involving partial confinement plus grazing or total confinement. *Anim. Prod. Sci.* 64:AN23383. doi:10.1071/AN23383.

Menegazzi, G., G. R. Mendina, L. Grille, M. N. Méndez, V. Pons, A. Pedemonte, M. D. L. Adrien, A. Meikle, W. J. J. Gerrits, J. Dijkstra, and P. Chilibroste. 2025. Performance of autumn- and spring-calving Holstein dairy cows confined indoors or managed with pasture and supplementation under various housing conditions. *J. Dairy Sci.* 1–23.

Morales-Piñeyrúa, J. T., J. P. Damián, G. Banchero, and A. C. Sant'Anna. 2022. The effects of heat stress on milk production and the grazing behavior of dairy Holstein cows milked by an automatic milking system. *J. Anim. Sci.* 100:1–4. doi:10.1093/jas/skac225.

Ortega, G., N. Berberian, and P. Chilibroste. 2024. The effects of stocking rate, residual sward height, and forage supplementation on forage production, feeding strategies, and productivity of milking dairy cows. *Front. Anim. Sci.* 5:1–11. doi:10.3389/fanim.2024.1319150.

Patton, D., K. M. Pierce, and B. Horan. 2016. Effect of stocking rate on milk and pasture productivity and supplementary feed use for spring calving pasture fed dairy systems. *J. Dairy Sci.* 99:5904–5915. doi:10.3168/jds.2015-10305.

Pedemonte, A., F. García Suárez, J. Artagaveytia, G. Giudice, and P. Chilibroste. 2024. Performance evaluation of Uruguayan dairy farming systems. *Agrociencia Uruguay* 28:e1209. doi:10.31285/AGRO.28.1209.

Pons, M. V., M. L. Adrien, D. A. Mattiauda, M. A. Breijo, A. Meikle, P. Chilibroste, and J. P. Damián. 2023. Welfare of dairy cows in mixed feeding systems under two different conditions of confinement: Behavioral, biochemical and physiological indicators. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 265:105995. doi:10.1016/j.applanim.2023.105995.

Román, L., C. Saravia, L. Astigarraga, O. Bentancur, and A. La Manna. 2017. Shade access in combination with sprinkling and ventilation effects performance of Holstein cows in early and late lactation. *Anim. Prod. Sci.* 59:347. doi:10.1071/AN16571.

Romera, A. J., and G. J. Doole. 2015. Optimising the interrelationship between intake per cow and intake per hectare. *Anim. Prod. Sci.* 55:384–396. doi:10.1071/AN14424.

Smith, A. P., A. W. Western, and M. C. Hannah. 2013. Linking water quality trends with land use intensification in dairy farming catchments. *J. Hydrol.* 476:1–12. doi:10.1016/j.jhydrol.2012.08.057.

Stirling, S., L. Delaby, A. Mendoza, and S. Fariña. 2021a. Intensification strategies for temperate hot-summer grazing dairy systems in South America: Effects of feeding strategy and cow genotype. *J. Dairy Sci.* 104:12647–12663. doi:10.3168/jds.2021-20507.

Stirling, S., S. Fariña, D. Pacheco, and R. Vibart. 2021b. Whole-farm modelling of grazing dairy systems in Uruguay. *Agric. Syst.* 193. doi:10.1016/j.agsy.2021.103227.

Stirling, S., F. Lussich, G. Ortega, A. La Manna, A. Pedemonte, J. Artagaveytia, G. Giudice, S. Fariña, P. Chilibroste, and F. A. Lattanzi. 2024. Balancing nitrogen at the farm gate. *Agrociencia Uruguay* 28:e1243. doi:10.31285/AGRO.28.1243.

van Vuuren, A. M., and P. Chilibroste. 2013. Challenges in the nutrition and management of herbivores in the temperate zone. *Animal* 7:19–28. doi:10.1017/S175173111001741.

NUTRICIÓN LÁCTEA PARA OPTIMIZAR CRECIMIENTO Y EFICIENCIA PRODUCTIVA EN TERNERAS DE LECHERÍA

Ana Velásquez Muñoz

Facultad de Ciencias Veterinarias y Salud Pública, Universidad Católica de Temuco, Chile. ana.velasquez@uct.cl

1 – Resumen

La fase de crianza de hembras de reemplazo de lechería representa una de las etapas más desafiantes y costosas. Por medio de la alimentación láctea es posible reducir la morbilidad, la mortalidad, potenciar la ganancia de peso, mejorar el bienestar animal e impactar de manera positiva la futura producción de leche. Es decir, la nutrición desde el nacimiento tiene impactos en el corto y largo plazo. El manejo y administración del calostro es fundamental para asegurar la adecuada transferencia de inmunidad pasiva. Según las recomendaciones actuales, los terneros recién nacidos deben recibir calostro con una concentración mínima de 50 mg/ml de inmunoglobulina G, equivalente a 22% Brix al medir con refractómetro. Además, este calostro debe provenir de una ordeña higiénica y con baja contaminación bacteriana. La administración de calostro, debe realizarse lo antes posible posterior al nacimiento, proporcionando del 10 al 12% del peso vivo. Es de suma importancia monitorear la inmunidad pasiva en la ternera, dado que existen cuatro categorías de inmunidad pasiva, las cuales están asociadas con la presentación de enfermedades y mortalidad durante la crianza. Idealmente, el 40% de las terneras deben estar en la categoría “excelente” (≥ 25 gr/L de IgG sérica o $\geq 9,4\%$ Brix) y menos de 10% en la categoría “pobre” (< 10 g/L de IgG sérica o $< 8,1\%$ Brix) lo que equivale a una falla en la transferencia de inmunidad pasiva.

Por otro lado, la oferta de leche bajo sistemas convencionales (10% del peso) ha mostrado efectos negativos sobre el bienestar animal, el crecimiento, desarrollo del parénquima mamario y futura producción de leche. Durante las primeras 4 semanas de vida, la principal fuente de calorías y nutrientes proviene del alimento lácteo, ya que el consumo de concentrado de iniciación se mantiene bajo, independiente de la cantidad de leche ofrecida. Al aumentar la oferta de alimento lácteo a un mínimo del 20% del peso vivo al nacimiento se mejora el bienestar animal, reduciendo comportamientos asociados al hambre y la búsqueda de alimento en beneficio de comportamientos como el juego y el descanso. Además, al proporcionar nutrientes por sobre los requerimientos de mantención, los animales pueden compensar por eventos de salud, condiciones adversas en el ambiente y los estresores

comunes de la crianza artificial. Por consiguiente, se ve un efecto directo en el aumento de la ganancia de peso diaria durante el predestete. Finalmente, se ha descrito que el aumento en la oferta de leche también incrementa el parénquima mamario y la producción de leche en la primera lactancia, con incrementos superiores a los 1.000 kg en 305 días de lactancia. Si bien la nutrición láctea intensificada tiene limitaciones, estas pueden controlarse con manejos simples para obtener los beneficios asociados con un manejo adecuado de la alimentación láctea.

2 – Summary

The pre-weaning phase of replacement dairy heifers is the most challenging and costly part of the rearing program. It is possible to reduce morbidity and mortality, enhance weight gain, improve animal welfare, and impact future milk yield through adequate milk feeding. In other words, nutrition from birth to weaning has short and long-term effects. The management of colostrum is key to ensuring proper transfer of passive immunity. According to the current recommendations, newborn calves should receive colostrum with a minimum of 50/mg/ml of immunoglobulin G(IgG), equivalent to 22% Brix, when measured with a refractometer. Furthermore, colostrum should have a low bacterial contamination and be milked from a hygienic routine. Additionally, colostrum administration should occur as soon as possible after birth, providing 10 to 12% of the calf's body weight. Monitoring passive immunity of the calf yard is crucial, as we currently have four categories of passive immunity for dairy calves. These categories had been associated with the probability of disease occurrence and mortality during the pre-weaned stage. Ideally, 40% of the sampled calves should be in the “excellent” category (≥ 25 g/L of serum IgG or $\geq 9.4\%$ Brix), and less than 10% in the “poor” category (< 10 g/L of serum IgG or $< 8.1\%$ Brix), which indicates failure in the transfer of passive immunity.

Moreover, milk allowance under conventional rearing systems (10% of the calf's body weight) has negatively affected animal welfare, growth, mammary gland parenchyma development, and future milk yield. During the first 4 weeks of life, the primary source of calories and nutrients comes from the milk feeding, as the calf starter intake remains low. Increasing the milk allowance to

a minimum of 20% of the calf's body weight (intensified milk feeding) improves animal welfare by reducing hunger-related and food-seeking behaviors in favor of play and rest time. Furthermore, by providing nutrients above maintenance requirements, animals may compensate for health events, adverse environmental conditions, and the stressors related to artificial rearing. Consequently, this leads to an increase in the average daily gain during the pre-weaning phase. Finally, it has been reported that increasing milk allowance enhances the development of mammary gland parenchyma and milk production in the first lactation, with increments over 1,000 kg during the 305-day lactation. While intensified milk feeding may have limitations, these can be managed to the benefit of improving animal care.

PALABRAS CLAVES: inmunidad pasiva, calostro, alimentación láctea intensificada, bienestar animal.

3 – Introducción

Un factor clave en la eficiencia de los sistemas productivos lecheros es la crianza de hembras de reemplazo y que estas sean capaces de lograr todos los objetivos de crecimiento, reproductivos, sanitarios y de producción. Durante décadas, se ha estimado que producir hembras de reemplazo representa entre el 15 al 20% de los costos totales de producción, siendo el segundo gasto más elevado de las lecherías (Heinrichs et al., 1993). Dentro de este proceso, la fase de crianza o predestete (del nacimiento al destete) es la más costosa y la alimentación con leche o sustituto lácteo representa aproximadamente el 40% de los gastos totales (Boulton et al., 2017). Además, este periodo se caracteriza por una alta susceptibilidad a enfermedades y mortalidad (Urie et al., 2018).

En los últimos 20 años, la investigación sobre la crianza de terneras de lechería a aumentado considerablemente, promoviendo cambios en recomendaciones, las que no solo se han enfocado en mejorar el crecimiento y la sobrevivencia, sino también en optimizar el bienestar animal. Los objetivos sanitarios de el predestete incluyen una mortalidad inferior al 3% y una incidencia de enfermedades digestivas y respiratorias del 15 y 10%, respectivamente (DCHA, 2020). Por otro lado, una ganancia de peso diaria (GPD) superior a los 800 gr/día se considera óptima (Shivley et al., 2018). En términos reproductivos, el encaste debiese ser a los 12 a 13 meses de edad con el 55% del peso adulto y el primer parto entre los 21 a 24 meses con el 85% del peso adulto (DCHA, 2020). Sin embargo, lograr estos objetivos es sumamente difícil si no se satisfacen los requerimientos nutricionales desde el nacimiento (Drackley, 2008). Por otro lado, la nutrición de los terneros en sistema de crianza artificial, debiese

considerar y adaptarse a la transición fisiológica del ternero, desde la fase de pre-rumiante a rumiante (Palczynski et al., 2023).

Hay que considerar que la crianza artificial de terneras de lechería es intensiva y caracterizada por manejos que generan estrés en los animales (Hulbert and Moisá, 2016). A su vez, el periodo de crianza o predestete es bastante reducido en tiempo en comparación con sistemas productivos de bovinos de carne y tradicionalmente, se ha implementado una restricción en la oferta de alimento lácteo, con el fin de estimular un desarrollo ruminal temprano mediante la introducción de alimentos sólidos (Kertz et al., 2017). No obstante, la investigación de las últimas dos décadas nos ha entregado evidencia de que una adecuada provisión de calostro en conjunto con una mayor oferta de leche, se asocia con beneficios en el crecimiento, salud y el bienestar de los terneros (Welk et al., 2023).

Cabe señalar, que la nutrición por sí sola no garantiza que las terneras alcancen su máximo potencial de crecimiento y productivo, esto debe ir acompañado de manejos que minimicen enfermedades y promuevan los comportamientos naturales de los animales (Welk et al., 2023). Por lo tanto, en este resumen se abordará la evidencia científica que existe para mejorar el bienestar de terneras de lechería y por consiguiente su crecimiento y producción desde el punto de vista de la nutrición láctea del nacimiento al destete.

4 – Desarrollo

4.1. Administración de calostro

El manejo sanitario más importante para la sobrevivencia de terneras en la fase de crianza o predestete es una administración adecuada de calostro en las primeras horas de vida, garantizando así la transferencia efectiva de inmunidad pasiva (Godden et al., 2019; Lombard et al. 2020). Se reconoce ampliamente que los terneros nacen agammaglobulinémicos y con un sistema inmune inmaduro (Godden, 2009). Es por esto que los bovinos recién nacidos dependen exclusivamente de las inmunoglobulinas presentes en el calostro para tener protección contra patógenos en las primeras semanas de vida, un periodo crítico que se caracterizan por una alta susceptibilidad a enfermedades digestivas y respiratorias (Hubert and Moisá, 2016; Urie et al., 2018). Además de inmunoglobulina G (IgG), el calostro proporciona una fuente esencial de nutrientes, factores de crecimiento celular, compuestos antimicrobianos y otros inmunomoduladores que contribuyen a la protección inicial del ternero (Godden et al., 2019; Playford and Weiser, 2021; Sangild et al., 2021).

En relación al manejo del calostro hay 5 puntos clave para asegurar una adecuada transferencia de inmunidad pasiva: calidad inmunológica, calidad higiénica, cantidad a ser administrada, rapidez en la administración y cuantificación de la inmunidad pasiva. La calidad inmunológica del calostro se determina por su concentración de IgG, el anticuerpo predominante en esta secreción. Hay robusta evidencia científica que indica que la concentración mínima de IgG en el calostro destinado a la alimentación de terneros recién nacidos es de 50 mg/ml para asegurar transferencia de la inmunidad pasiva (Godden et al., 2019). En terreno, el uso del refractómetro ha demostrado ser una herramienta rápida, económica y confiable para la estimación indirecta de la concentración de IgG, la cual debiese ser de un mínimo de 22% Brix (Buczinski y Vandeweerd, 2016). Hay que tener presente que mientras mayor sea la calidad del calostro, habrá una mayor entrega de inmunoglobulinas y potencialmente mayor absorción y protección.

La calidad higiénica está asociada a la carga patógena, por lo general la contaminación proviene de una rutina de ordeña inapropiada, o a una deficiente higiene y desinfección de los equipos e instrumentos usados en la colección, almacenamiento y/o administración de calostro (Godden, 2009; Godden et al., 2019). Por otro lado, un calostro proveniente de una ordeña limpia puede aumentar su recuento total de bacterias si este se deja a temperatura ambiente por períodos de tiempo extensos, como referencia la población bacteriana se dobla cada 30 minutos a una temperatura ambiente de 21°C (Denholm, 2021). Incluso en días de invierno, si el calostro queda a temperatura ambiente el crecimiento bacteriano se enlentece, pero sigue generándose multiplicación bacteriana. Si bien un calostro de buena calidad no debiese sobrepasar las 50.000 ufc/ml para recuento total de bacterias, 10.000 ufc/ml para coliformes totales y 1.000 ufc/ml para *E. coli*, hay un beneficio directo en mantener calostro con una carga patógena menor a la que se ha mencionado (McGuirk et al., 2004; DCHA, 2019). Esto es debido a que una alta carga patógena afecta la eficiencia de absorción de inmunoglobulinas, ya que patógenos pueden unirse a la molécula de IgG o bloquear la absorción en el enterocito (Godden et al., 2019).

Por otro lado, la cantidad de calostro recomendada en la primera alimentación del ternero se ha establecido en 10 a 12% de su peso vivo al nacimiento, lo que para un ternero Holstein equivale a 4 litros (Godden et al., 2019). Existe evidencia que una segunda alimentación del 5% del peso vivo aproximadamente 10 horas después de la primera alimentación podría generar una reducción en la presentación de enfermedades en las primeras semanas

de vida (Abuelo et al., 2021). Finalmente, el calostro debe administrarse lo antes posible posterior al nacimiento, debido a los cambios que ocurren a nivel del sistema digestivo del ternero recién nacido, en el cual las células epiteliales inmaduras solo pueden absorber macromoléculas de manera no selectiva por 24 horas (Godden, 2008). De todas formas, la capacidad de absorber macromoléculas va disminuyendo con cada hora posterior al parto, por lo cual lo ideal es administrar calostro en la primera hora post parto (Godden et al., 2019).

4.2. Impacto de la inmunidad pasiva en morbilidad, mortalidad, crecimiento y producción futura

La inmunidad pasiva en el caso de los bovinos es un mecanismo transitorio de defensa mediado por la transferencia de anticuerpos maternos presentes en el calostro (Lora et al., 2018). Si bien carece de memoria inmunológica, proporciona protección principalmente durante las primeras semanas de vida, un periodo caracterizado por una alta susceptibilidad a enfermedades debido a la inmadurez del sistema inmune del neonato bovino (Hubert y Moisá, 2016).

En el año 2019 fueron propuestas 4 categorías de inmunidad pasiva basadas en la cuantificación de IgG en el suero de terneros Holstein (Tabla 1). Para facilitar el trabajo en terreno, se puede realizar una estimación indirecta por medio de la medición de las proteínas totales en suero con un refractómetro (Lombard et al., 2020). Estas categorías han sido ampliamente asociadas con una menor presentación de enfermedades y con una menor mortalidad. Lombard et al. (2020) reportaron una diferencia del 10% en la morbilidad y 4% en la mortalidad entre terneros clasificados en la categoría "pobre" en comparación con aquellos en la categoría "excelente". Además, se ha descrito que los terneros en la categoría "pobre" presentan un riesgo de 1,49 a 1,57 veces mayor de desarrollar enfermedades digestivas, de 1,39 a 2,0 veces mayor de presentar enfermedades respiratorias y de 2,47 a 4,39 veces mayor de mortalidad en comparación a terneros de la categoría pobre comparado "excelente" (Crannell y

Tabla 1. Categorías de inmunidad pasiva para terneros de lechería, su concentración bajo distintas técnicas de medición y el porcentaje recomendado dentro del rebaño (Godden et al., 2019; Lombard et al. 2020).

Categoría	Concentración anticuerpos (IgG, g/L)	Proteínas totales en suero (g/dL)	% Brix	% del rebaño en cada categoría
Excelente	≥25.0	≥6.2 g/dL	>9.4%	> 40
Bueno	18.0-24.9	5.8-6.1	8.9-9.3%	~30
Regular	10.0-17.9	5.1-5.7	8.1-8.8%	~20
Pobre	<10.0	< 5.1	<8.1%	< 10

Abuelo, 2023; Sutter et al., 2023).

Existen limitados estudios en los que se ha evaluado las categorías de inmunidad pasiva con el futuro desempeño reproductivo y productivo de las hembras de reemplazo. Sin embargo, se ha reportado que terneras de la categoría “pobre” presentan una reducción del 64% en la probabilidad de alcanzar primera inseminación artificial, un 55% menos de probabilidad de lograr una inseminación exitosa y un 24% menor probabilidad de alcanzar el primer parto que hembras en la categoría “excelente” (Crannell y Abuelo, 2023). Adicionalmente, en análisis exploratorios realizados dentro del marco de mi labor científica, se observó una menor edad a la primera inseminación artificial en terneras de la categoría “excelente” comparadas con la “pobre”. Aunque no se detectó una diferencia estadísticamente significativa en la producción de leche en la primera lactancia, se estimó una diferencia de 1.040 litros de leche en favor de la categoría “excelente” en comparación con la “pobre” (datos no publicados).

4.3. Estrategias de alimentación láctea para terneras de lechería

De manera tradicional, la fase de crianza en terneras de lechería se ha caracterizado por una alimentación láctea restrictiva (ALR), la que busca acelerar la transición a una dieta sólida para favorecer el desarrollo ruminal temprano (Khan et al., 2011; Kertz et al., 2017). Este tipo de estrategia nutricional suministra el 10% del peso vivo al nacimiento en alimento lácteo (Tabla 2), que, en el caso de los sustitutos lácteos, suele contener un 20% de proteína y entre 20 a 22% grasa en base a materia seca (Kertz et al., 2017). Es de importancia destacar que la formulación de los sustitutos lácteos puede generar diferencias en digestibilidad dependiendo de los ingredientes incorporados en comparación con la leche entera (Chapelain et al., 2025). El sistema ALR busca estimular el consumo temprano de concentrado de iniciación dentro del primer mes de vida, ofreciendo ventajas económicas, dado que la alimentación láctea representa el mayor cos-

Tabla 2. Resumen de las principales características de sistema de alimentación láctea convencional e intensificada para terneros de lechería

Sistema convencional/restringido	Sistema intensificado
Motivación económica	Satisfacer requerimientos nutricionales
10% del peso vivo al nacimiento	≥ 20% peso vivo al nacimiento
Leche de descarte, entera o sustituto lácteo	Leche de descarte, entera o sustituto lácteo
Sustituto lácteo: 20% Proteína, 20% grasa, 0,45-0,56 kg/d	Sustituto lácteo: 28-30% proteína, 15-20% grasa, 0,9-1,3 kg/d
Estimular consumo de concentrado	Estimular crecimiento, mejorar salud y bienestar

to dentro de la crianza de terneras de reemplazo (Boulton et al., 2017). Sin embargo, el limitar el consumo de alimento lácteo durante la crianza ha sido asociado con un compromiso en el crecimiento debido a la menor ingesta de nutrientes, lo cual repercute en el bienestar, salud de los terneros e incluso en su futura producción (Khan et al 2011; Chester-Jones, 2017; Welk et al., 2023).

En la reunión anual de Dairy Calf and Heifer Association (DCHA) en 2023, se catalogó la alimentación láctea como una ración totalmente mezclada en forma líquida. Esto se suma a la evidencia que los terneros pueden consumir más de 9 litros de leche al día sin evidenciar efectos negativos en su salud (Khan et al., 2011; Rosenberger et al., 2017). Por lo cual, esta información sugiere que los terneros requieren una oferta mayor al 10% de su peso vivo de alimento lácteo para lograr saciedad (Palczynski et al., 2020). En este contexto, el sistema de alimentación láctea intensificada (ALI) busca suministrar una oferta de leche que sea superior a los requerimientos de mantenimiento del ternero, asegurando un suministro adecuado de nutrientes no solo para la mantención y el crecimiento si no también para enfrentar desafíos sanitarios y estresores propios de la crianza artificial (Palczynski et al., 2020; Welk et al., 2023). Esta estrategia se basa en ofrecer al menos el 20% del peso vivo del ternero al nacimiento en leche entera o sustituto lácteo (25-28% de proteína y 20% de grasa en base a materia seca; Tabla 2) durante la fase de crianza. Cabe destacar, que la estrategia ALI requiere un aumento progresivo en la oferta de leche durante los primeros días de vida y un destete gradual en las últimas semanas de la fase de crianza. Como ejemplo, un ternero Holstein en sistema convencional consume 4 a 5 litros de leche o sustituto lácteo al día por 7 u 8 semanas. En el sistema intensificado ese mismo ternero consume al menos 8 litros al día, repartido en al menos dos tomas por un promedio de 10 semanas.

De todas formas, hay que considerar que la estrategia ALI retrasa el consumo de alimentos sólidos, lo que podría postergar la transición a rumiante y aumentar los costos de crianza (Kertz et al., 2017). Esta ha sido una de las mayores problemáticas asociadas a esta estrategia de alimentación. Sin embargo, existe robusta evidencia de que el consumo de concentrado de iniciación se mantiene bajo durante las primeras 3 a 4 semanas de vida y esto es independiente de la cantidad de leche ofrecida (Rosenberger et al., 2017; Curtis et al., 2018; Tabla 3). Diversos autores reportan que el consumo de concentrado de iniciación en estas semanas es de aproximadamente 50gr/día, lo cual no es suficiente para representar un ingreso calórico y de nutrientes significativo para el ternero (Khan et al., 2011; Rosenberger et al., 2017; Cur-

Tabla 3. Consumo de concentrado de iniciación con distinta oferta de sustituto lácteo entre los 7 a 68 días de vida en terneros Holstein. Fuente: Rosenberger et al., 2017.

Edad y consumo concentrado	Oferta de leche (L/día)				
	6	8	10	12	P-value
7-41 días (kg/d)	0,3	0,1	0,1	0	<0,001
42-54 días (destete, kg/d)	1,2	1	0,7	0,5	<0,01
55-68 días (posdestete, kg/d)	2,7	2,8	2,9	2,9	0,13

tis et al., 2018). Es por eso que el limitar el consumo de alimento lácteo al 10% del peso vivo del ternero limita la disponibilidad de nutrientes en una etapa crítica de la crianza. Cabe mencionar que los terneros alimentados con estrategia ALI incrementan rápidamente su consumo de concentrado de iniciación una vez iniciado el destete progresivo, alcanzando y superando la recomendación actual de los 1,5 kg/día para el destete (Curtis et al., 2018; Jafari et al., 2021). Además, este tipo de estrategia nutricional contempla una extensión de la fase de crianza entre 9 a 12 semanas dependiendo de la cantidad de leche ofrecida por sobre el 20% del peso vivo. Con estas consideraciones se ha reportado que no hay un estancamiento en el crecimiento o en el consumo de concentrado posterior al destete (de Passillé et al., 2011; Curtis et al., 2018). De todas maneras, el consumo de concentrado de iniciación es fundamental para el desarrollo ruminal y debiese comenzar a ofrecerse en pequeñas cantidades en los primeros días de vida, incluso si su consumo es bajo.

La información disponible sobre el desarrollo ruminal en terneros alimentados bajo la estrategia ALI es limitada. Se ha reportado que al día 35 de vida, terneros alimentados con 8 litros al día de sustituto lácteo presentan menores concentraciones de ácidos grasos volátiles (AGV) en comparación con animales alimentados 4 litros al día (Jafari et al., 2021). Esta diferencia se atribuye a una menor ingesta de concentrado de iniciación durante las primeras semanas de vida, lo cual impacta la fermentación ruminal en esta etapa (Khan et al., 2007). No obstante, en la fase del destete y posterior al destete, los terneros que consumieron 8 litros al día tuvieron mayores concentraciones de AGV que terneros con ALR (Khan et al., 2007; Jafari et al., 2021). Se ha propuesto que esta diferencia se debe a la implementación de un destete progresivo en estrategias ALI, lo que fomenta el mayor consumo de concentrado de iniciación y forraje, promoviendo un adecuado desarrollo funcional del rumen (Khan et al., 2007; Jafari et al., 2021; Wu et al., 2021).

4.4. Impacto del plano nutricional lácteo en crecimiento

La evidencia científica es consistente en reportar mayores GPD en animales criados bajo estrategias ALI o

ad-libitum comparados con ALR. En el 2023 una revisión bibliográfica identificó 56 estudios en los que se evaluó el efecto de ALI en el crecimiento, de estos estudios el 90% encontró una asociación positiva entre la oferta de leche y GPD (Welk et al., 2023). Esta mayor GPD va asociada a la mayor disponibilidad de nutrientes en la dieta y también a una mayor digestibilidad de la leche o sustitutos lácteos de alta calidad en comparación con los concentrados de iniciación (Orellana-Rivas et al., 2020; van Nierkerk et al., 2020; Jafari et al., 2021). No obstante, existe un amplio rango de GPD publicados y no todos corresponden a GPD asociadas con eficiencia productiva.

En el año 2018 fueron propuestas 3 categorías de GPD para terneros Holstein en la etapa de crianza (Pobre <0,64 kg/día, Regular 0,64-0,82 kg/día, Excelente >0,82 kg/día; Shively et al., 2018). En estudios que han evaluado ALI se han descrito GPD entre los 615 gr/ día hasta 1,04 gr/día (Rosenberger et al., 2017; Curtis et al., 2018; Jafari et al., 2021; Ivermeyer et al., 2022). Sin embargo, también existe evidencia que terneros con dietas ALR pierden condición corporal en las 4 primeras semanas de vida a diferencia de terneros con dietas ALI (Curtis et al., 2018). Esto implica que el crecimiento en estos animales continua a expensas del catabolismo de sus propios tejidos, lo cual es un claro indicador de un insuficiente consumo de nutrientes. Finalmente, no hay evidencia consistente en el impacto de ALI en la GPD posterior al destete, por lo cual no se puede implicar un impacto de ALI al largo plazo (Welk et al., 2023). De todas formas, se ha reportado que animales que mantienen una GPD de al menos 0,75 kg/día tienen una mayor probabilidad de tener un parto a los 24 meses (Wathes et al., 2014). Es por eso que la nutrición láctea especialmente en el primer mes de vida, es fundamental para mantener GPD adecuadas a lo largo de la fase de crianza y recria.

4.5. Impacto del plano nutricional en bienestar

Esta ha sido una de las áreas más estudiadas respecto a la estrategia de ALI en terneros de lechería. Se ha demostrado que ofrecer mayores volúmenes de alimento lácteo no solo reduce comportamientos que generan estados negativos en terneros, sino que también contribuye a resguardar las libertades de los animales descritas por Farm Animal Welfare Council en 1979.

La literatura científica ha documentado una amplia variedad de comportamientos en terneros alimentados con estrategia ALR y ALI. Entre los más relevantes se encuentran la motivación por el consumo de leche, las manifestaciones conductuales asociadas al hambre y la aparición de comportamientos antagónicos hacia otros terneros cuando son criados en grupo (De Paula Vieira

et al., 2008; Krachun et al., 2010; Welk et al., 2023). En estudios que emplean alimentadores automáticos, se ha observado que los terneros con dietas ALR presentan un mayor número de visitas sin recompensa al alimentador, lo que indica un estado no logrado de saciedad. Además, estos animales exhiben con mayor frecuencia conductas como el amamantamiento no nutritivo y el consumo rápido de su ración en comparación con terneros bajo una estrategia ALI (De Paula Vieira et al., 2008; de Passillé et al., 2011; Rosenberger et al., 2017). Por ejemplo, se ha determinado que los terneros alimentados ad-libitum realizan en promedio 2,1 visitas diarias sin recompensa al alimentador, mientras que en los terneros ALR realizan 24 visitas, con una duración superior a los 4 minutos por evento (De Paula Vieira et al., 2008). Estas visitas reiteradas reflejan un estado de hambre persistente y la repetición de estos comportamientos a lo largo del día reduce el tiempo dedicado a conductas indicadoras de bienestar, como el descanso y el juego (Krachun et al., 2010; de Passillé et al., 2011).

El juego, ya sea individual o en colectivo, se considera un indicador clave del bienestar en terneros (Krachun et al., 2010). Se ha reportado que, en las primeras tres semanas de vida, el tiempo dedicado al juego disminuye en terneros con ALR, probablemente debido a un menor aporte energético (Krachun et al., 2010; Duve et al., 2012). Asimismo, los terneros alimentados con dietas restrictivas vocalizan con mayor frecuencia, especialmente en estudios donde la alimentación es administrada manualmente por personas (De Paula Vieira et al., 2008). Se ha sugerido que esta vocalización ocurre como una estrategia para solicitar más alimento. Por otro lado, se ha descrito que los terneros con ALR tienden a mostrar una mayor competencia por los recursos, aunque este comportamiento no ha sido documentado de manera consistente (De Paula Vieira et al., 2008; Welk et al., 2023). Un patrón similar ocurre con el chupeteo dirigido hacia otros terneros o hacia objetos dentro del corral, conducta que ha sido observada en algunos casos, pero su frecuencia y consistencia varían entre estudios (Ivermeyer et al., 2022; Welk et al., 2023).

4.6. Impacto del plano nutricional lácteo en salud.

La nutrición desempeña un papel crucial en la respuesta inmune de cualquier especie animal, ya que se requiere de proteína, energía, vitaminas y minerales para desarrollar una respuesta inmune eficiente y acorde a la edad y grado de maduración del sistema inmune del ternero (Galleyan et al., 1999; Vlasova y Saif, 2021). Como fue mencionado con anterioridad, la administración de calostro y la obtención de inmunidad pasiva es el manejo

que tiene el mayor impacto a nivel sanitario. La evidencia sobre el efecto de ALI en la salud es variable (Welk et al., 2023). Por ejemplo, se han descrito tanto menores incidencias de diarreas, como también mayores incidencias (Quigley et al., 2006; De Paula Vieira et al., 2008; Wu et al., 2021). En este respecto, hay que señalar que el aumento en la oferta de leche puede cambiar la consistencia de la materia fecal, sin que eso necesariamente se traduzca en un proceso patológico. Por otro lado, en los estudios publicados puede existir diferencia en la definición de caso de enfermedad clínica, es infrecuente el reporte de la severidad del evento de salud, el tiempo de recuperación o la presentación de enfermedades subclínicas. Por lo cual aún queda por evaluar un sin número de factores asociados a la dieta y la salud de los terneros.

También se ha evaluado el estrés e inflamación en terneros con distinta oferta de alimento lácteo. Se ha reportado que terneros con ALI tienen una menor concentración de cortisol sérico en los primeros 28 días de vida cuando se compara con terneros con ALR ($41,8 \pm 3,8$ vs $58,4 \pm 3,8$ nmol/l, $P=0,01$) y una menor concentración de amiloide A sérico a los 14 días de vida ($6,11 \pm 0,26$ vs $6,98 \pm 0,26$, $P<0,05$; Alimirzaei et al., 2019)). Sin embargo, ambos indicadores fueron más altos al destete, probablemente ya que este fue realizado a los 57 días y podría implicar una menor adaptación al proceso del destete.

4.7. Impacto del plano nutricional lácteo en futura producción.

El impacto del plano nutricional lácteo sobre el desarrollo del tejido mamario en terneras ha sido evaluado por distintos investigadores, siendo destacados los trabajos de Geiger et al. (2016) y Soberon y Van Amburgh (2017). En estas investigaciones, se comparó el desarrollo de la glándula mamaria de terneras con estrategia ALI y ALR, utilizando sustituto lácteo (Tabla 4). A pesar de que las condiciones de los estudios fueron diferentes, en ambos casos las terneras fueron eutanasias al destete para evaluar el peso tanto de la glándula mamaria como del parénquima mamario. Los resultados reportaron un aumento de 3,4 a 5,2 veces en el peso de la glándula mamaria y de 5,9 a 7,3 veces del parénquima mamario favoreciendo a los animales con un plano nutricional intensificado.

Por otro lado, se ha estudiado el efecto del plano nutricional lácteo y GPD predestete con la producción de leche en la primera lactancia. La evidencia sugiere una tendencia o un aumento significativo en la producción de leche a los 305 días, con incrementos superiores a los 1.100 kg de leche por lactancia en comparación con hembras alimentadas con ALR (Soberon and Van Amburgh,

Tabla 4. Resumen de los principales resultados de publicaciones asociando la oferta de alimento lácteo en el desarrollo de la glándula mamaria.

Variable	Geiger et al., 2016	Soberon y Van Amburgh, 2017
Dieta ¹ ofrecida grupo restringido	0.45 gr/d (20% PC y 20% grasa)	2.8 Mcal de EM/día (28% PC y 15% grasa)
Dieta ¹ ofrecida grupo intensificado	1,13 gr/d (28% PC y 25% grasa)	4.2 a 8.4 Mcal de EM/día ² (28% PC y 15% grasa)
Peso glándula mamaria, Intensificado vs limitado	1,3 vs 0,39 gr/kg de peso vivo; P<0,01	337,5 vs 75,48 gr; P<0,01
Peso parénquima mamario Intensificado vs limitado	0,07 vs 0,02 gr/kg de peso vivo; P<0,05	6,48 gr vs 1,1 gr; P<0,01

¹Sustituto lácteo, ²La cantidad ofrecida se ajustó por peso de las terneras, PC= proteína cruda, EM= energía metabolizable.

2013; Gelsinger et al., 2016; Ahmadi et al., 2022). Además, se ha estimado que por cada kg adicional de GPD en la crianza, hay un aumento entre 850 y 1.113 kg más de leche en la primera lactancia (Soberon et al., 2012). Incluso se ha estimado que aproximadamente el 25% de la variación en la producción de leche en la primera lactancia podría deberse a GPD en la crianza (Khan et al., 2011). No obstante, a la actualidad aún no hay publicaciones que evalúen si los costos de la estrategia ALI son compensados con una mayor producción y longevidad en la vida adulta.

5 – Conclusiones

La fase de crianza o predestete de terneras de lechería es la etapa más costosa en la producción de hembras de reemplazo. Potenciar la inmunidad y nutrición desde el nacimiento al destete aumenta significativamente la probabilidad de cumplir con los objetivos sanitarios, de crecimiento, productivos y reproductivos, permitiendo que estos animales alcancen su potencial genético. El manejo del calostro es fundamental para reducir el riesgo de enfermedades y mortalidad en las primeras semanas de vida, pero también hay evidencia de un efecto a largo plazo en la reproducción. Por otro lado, la alimentación de los terneros en sistemas de crianza artificial debiese ajustarse al desarrollo del sistema digestivo, desde pre-rumiente a rumiante, con un enfoque particular en aumentar el consumo de leche en el primer mes de vida, momento en el que el consumo de alimentos sólidos permanece bajo. Un buen manejo del calostro, en conjunto con un aumento de la oferta de alimento lácteo, en conjunto con el ofrecimiento de un concentrado de iniciación de buena calidad y palatable son una estrategia clave para asegurar un correcto desarrollo de las hembras de reemplazo. Esto no solo favorece su crecimiento, sino que también genera beneficios en bienestar animal y futura producción.

6 – Bibliografía.

Abuelo A., Cullens F., Hanes A., Brester J. 2021. Impact of 2 versus 1 colostrum meals on failure of transfer

of passive immunity, pre-weaning morbidity and mortality, and performance of dairy calves in a large dairy herd. *Animals*, 11(3): 782. <https://doi.org/10.3390/ani11030782>

Ahmadi F, Akbarian-Tefaghi M, Jafari A, Ghaffari MH. 2022. Effects of different milk feeding levels and frequencies on performance of Holstein heifers during weaning and first lactation. *Scientific Reports*, 12:17780. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22560-y>

Alimirzaei M, Aljoo YA, Dehghan-Banadaky M, Eslamizad M. 2020. The effects of feeding high or low milk levels in early life on growth performance, fecal microbial count and metabolic and inflammatory status of Holstein female calves. *Animal*, 14(2): 303-311. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001691>.

Boulton AC, Rushton J, Wathes DC. 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. doi:10.1017/S1751731117000064.

Buczinski S., Vandeweerd J.M. 2016. Diagnostic accuracy of refractometry for assessing bovine colostrum quality: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 99(9): 7381-7394. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10955>.

Chapelin T., Wilms J.N., Martín-Tereso J., Leal L.N., Daniel J.B. 2025. Performance, nutrient digestibilities, and metabolic profiles of Holstein calves fed whole milk or milk replacer at 2 feeding levels. *Journal of Dairy Science*, 108(3): 2422-2444. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25556>.

Chester-Jones H., Heins B.J., Ziegler D., Schimek D., Schuling S., Ziegler B., de Ondarza M.B., Sniffen C.J., Broadwater N. 2017. Relationships between early-life growth, intake, and birth season with first-lactation performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100:3697-3704. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12229>

Curtis G, McGregor Argo C, Jones D, Grove-White D. 2018. The impact of early life nutrition and housing on growth and reproduction in dairy cattle. *PLoS ONE* 13(2): e0191687. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191687>

DCHA (Dairy Calf and Heifer Association). 2020. Gold Standards, Performance and production standards for

VOLVER AL INDICE

dairy calves and heifers, from birth to freshening. Third Ed. www.calfandheifer.org.

de Passillé AM, Borderas TF, Rushen J. 2011. Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. *Journal of Dairy Science*, 94(3):1401-8. doi: 10.3168/jds.2010-3441.

De Paula Vieira A, Guesdon V, de Passillé AM, von Keyserlingk MAG, Weary DM. 2008. Behavioural indicators of hunger in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 109(2-4):180-189. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.006>.

Denholm K. A review of bovine colostrum preservation techniques. *Journal of Dairy Research*. 2022;89(4):345-354. doi:10.1017/S0022029922000711

Duve LR, Weary DM, Halekoh U, Jensen MB. 2012. The effects of social contact and milk allowance on responses to handling, play, and social behavior in young dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(11): 6571-6581.<https://doi.org/10.3168/jds.2011-5170>.

Galyean ML, Perino LJ, Duff GC. 1999. Interaction of cattle health/immunity and nutrition, *Journal of Animal Science*, 77(5):1120-1134. <https://doi.org/10.2527/1999.7751120x>

Geiger AJ, Parsons CLM, Akers RM. 2016. Feeding a higher plane of nutrition and providing exogenous estrogen increases mammary gland development in Holstein heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 99(9):7642-7653

Gelsinger SL, Heinrichs AJ, Jones CM. 2016. A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 99(8):6206-6214. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10744>.

Godden SM. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 1:19-39. doi: 10.1016/j.cvfa.2007.10.005.

Godden SM, Lombard JE, Woolums AR. 2019. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.*, 35(3):535-556. doi: 10.1016/j.cvfa.2019.07.005.

Heinrichs A.J. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *Journal of Dairy Science*, 76:3179-3187. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77656-0.

Hulbert LE, Moisá SJ. 2016. Stress, immunity, and the management of calves. *Journal of Dairy Science*, 99(4):3199-3216. doi: 10.3168/jds.2015-10198.

Ivemeyer S, Preußer J, Haager D, Simantke C, Waldherr P, Kull K, Utz G, Knierim U, Winckler C. 2022. Impact of enhanced compared to restricted milk feeding on the behaviour and health of organic dairy calves. *Applied*

Animal Behaviour Science, 252:105655. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2022.105655>.

Jafari A, Azarfar A, Alugongo GM, Ghorbani, GR, Mirzaei M, Fadayifar A, Hossieni Ghaffari M. 2021. Milk feeding quantity and feeding frequency: effects on growth performance, rumen fermentation and blood metabolites of Holstein dairy calves. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1): 336-351. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1884504>

James K. Drackley. 2008. Calf Nutrition from Birth to Breeding, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24 (1):55-86. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.01.001>.

Kertz AF, Hill TM, Quigley JD, Heinrichs AJ, Linn JG, Drackley JK. 2017. A 100-Year Review: Calf nutrition and management. *Journal of Dairy Science*, 100(12):10151-10172. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062>.

Khan M, Lee H, Lee W, Kim H, Ki K, Hur T, Suh G, Kang S, Choi Y. 2007. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. *Journal of Dairy Science*, 90(7):3376-3387

Khan MA, Weary DM, von Keyserlingk MAG. 2011. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 94(3):1071-1081. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3733>

Krachun C, Rushen J, de Passillé AM. 2010. Play behaviour in dairy calves is reduced by weaning and by a low energy intake. *Applied Animal Behaviour Science*, 122(2-4): 71-76. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.12.002>.

Lombard J, Urie N, Garry F, Godden S, Quigley J, Earleywine T, McGuirk S, Moore D, Branan M, Chamorro M, Smith G, Shivley C, Catherman D, Haines D, Heinrichs AJ, James R, Maas J, Sterner K. 2020. Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science*, 103(8):7611-7624. doi: 10.3168/jds.2019-17955.

Lora I., Barberio A., Contiero B., Paparella P., Bonfanti L., Brscic M., Stefani A.L., Gottardo F. 2018. Factors associated with passive immunity transfer in dairy calves: combined effect of delivery time, amount and quality of the first colostrum meal. *Animal*, 12(5):1041-1049. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002579>.

Orellana Rivas R, Komori G, Beihling V, Marins T, Bernard J, Tao S. 2020. Effects of milk replacer feeding levels on performance and metabolism of preweaned dairy calves during summer. *J Dairy Sci*. 103(1): 313-324.

Palczynski LJ, Bleach ECL, Brennan ML, Robinson PA. 2020. Appropriate Dairy Calf Feeding from Birth to

Weaning: "It's an Investment for the Future". Animals, 10(1):116. doi: 10.3390/ani10010116. PMID: 31936781; PMCID: PMC7023151.

Quigley JD, Wolfe TA, Elsasser TH. 2006. Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth, and selected blood metabolites in calves. *Journal of Dairy Science*, 89(1): 207-216. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72085-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72085-9).

Quigley, JD, Hill TM, Dennis TS, Suarez-Mena FX, Schlotterbeck RL. 2018. Effects of feeding milk replacer at 2 rates with pelleted, low-starch or texturized, high-starch starters on calf performance and digestion. *Journal of Dairy Science*, 101:1-12. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13851> (2018).

Rosenberger K, Costa JHC, Neave HW, von Keyserlingk MAG, Weary DM. 2017. The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 100(1):504-512. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11195>.

Shivley CB, Lombard JE, Urie NJ, Kopral CA, Santin M, Earleywine TJ, Olson JD, Garry FB. 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part VI. Factors associated with average daily gain in preweaned dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 101(10):9245-9258. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14022>.

Soberon F, Raffrenato E, Everett RW, Van Amburgh ME. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(2):783-793. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4391>. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11283>.

Soberon F, Van Amburgh ME. 2013. LACTATION BIOLOGY SYMPOSIUM: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *Journal of Animal Science*, 91(2):706-712. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5834>

Soberon F, Van Amburgh ME. 2017. Effects of preweaning nutrient intake in the developing mammary parenchymal tissue. *Journal of Dairy Science*, 100(6):4996-5004. doi: 10.3168/jds.2016-11826.

Umaña Sedó Sg, Winder CB, Renaud DL. 2023. Graduate Student Literature Review: The problem of calf mortality on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 106(10):7164-7176. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22795>.

Urie NJ, Lombard JE, Shivley CB, Kopral CA, Adams AE, Earleywine TJ, Olson JD, Garry FB. 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 101(10):9229-9244. doi: 10.3168/jds.2017-14019.

van Niekerk J, Fischer-Tlustos A, Deikun L, Quigley J, Dennis T, Suarez-Mena F, Hill T, Schlotterbeck R, Guan L, Steele M. 2020. Effect of amount of milk replacer fed and the processing of corn in starter on growth performance, nutrient digestibility, and rumen and fecal fibrolytic bacteria of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 103(3):2186-2199.

Vlasova AN, Saif LJ. 2021. Bovine Immunology: Implications for Dairy Cattle. *Frontiers in Immunology*, 12. 10.3389/fimmu.2021.643206

Wathes DC, Pollott GE, Johnson KF, Richardson H, Cooke JS. 2014. Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle. *Animal*, 8(s1):91-104. doi:10.1017/S1751731114000755

Welk A, Neave HW, Jensen MB. 2023. Invited review: The effect of weaning practices on dairy calf performance, behavior, and health—A systematic review. *Journal of Dairy Science*, 107(8):5237-5258. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-24521>.

Wu S, Li X, Chen X, Zhu Y, Yao J. 2021. Optimizing the growth and immune system of dairy calves by subdividing the pre-weaning period and providing different milk volumes for each stage. *Animal Nutrition*, 7(4):1296-1302. doi: 10.1016/j.aninu.2021.06.007.

USO DE DIETAS SIN FUENTES DE FIBRA LARGA EN ALIMENTACIÓN A CORRAL DE GANADO DE CARNE: VIABILIDAD NUTRICIONAL, RESULTADOS PRODUCTIVOS E IMPLICANCIAS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADEROS

Alvaro Simeone y Virginia Beretta*

Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía – UdelaR
 *asimeone@adinet.com.uy

1 – Resumen

La inclusión de los granos de cereales a través de la alimentación a corral, como parte del proceso de intensificación de la producción de carne en el que estos pasan a formar parte de la dieta de los vacunos en mayor proporción, ha generado un cambio de paradigma en la alimentación de éstos, en tanto ruminantes, como digestores de material fibroso. Esto ha llevado a reformular el rol de la fibra en la formulación de dietas para ganado de carne, pasando a tener un efecto de tipo fundamentalmente funcional, tratando de promover la masticación, la rumia, y la secreción de saliva, contribuyendo al mantenimiento del medio ambiente ruminal. Bajo este enfoque, se han desarrollado estrategias de alimentación a corral basadas en el uso de fuentes alternativas de fibra, tales como retornable fino, cáscara de arroz o grano entero de avena, en sustitución a las fuentes de forrajes más convencionales como heno o ensilajes. En este artículo se resumen los avances en el conocimiento sobre el uso de fuentes de fibra como alternativa al uso de alimentos voluminosos en dietas de corral, tanto en recria como en engorde, con énfasis en la experiencia de la Unidad de Producción Intensiva de Carne de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (UdelaR).

PALABRAS CLAVE: fibra, alimentación a corral, voluminoso, cáscara de arroz, retornable fino, grano entero de avena

2 – Summary

The inclusion of cereal grains through feedlot feeding, as part of the beef production intensification process where these grains become a larger component of the cattle's diet, has led to a paradigm shift in how these animals, as ruminants, are viewed as digesters of fibrous material. This has prompted a redefinition of the role of fiber in beef cattle diet formulation, emphasizing its fundamental functional effects, aimed at promoting mastication, rumination, and saliva secretion, which contribute to maintaining a healthy ruminal environment. Under this approach, feed-

ing strategies in feedlots have been developed based on the use of alternative fiber sources, such as wood chips, rice hull, or whole oats grain, replacing more conventional forage sources like hay or silage. This article summarizes advances in knowledge regarding the use of fiber sources as alternatives to roughage feeds in feedlot diets, both for rearing and finishing, with particular emphasis on the experience of the Beef Cattle Production Unit (BCPU) at the Agronomy Faculty, Universidad de la República (UdelaR).

KEY WORDS: fiber, feedlot feeding, roughage feeds, rice hull, wood chips, whole oat grain

3 – Desarrollo

3.1. Planteamiento del problema: El rol de la fibra en dietas de alimentación a corral con alta proporción de concentrados

La inclusión de los granos como parte del proceso de intensificación de la producción de carne, en el que estos pasan a formar parte de la dieta del vacuno, en tanto ruminante, en cantidad variable, ha generado un cambio de paradigma en la alimentación de éstos como digestores de material fibroso. Esto ha llevado a reformular el rol de la fibra en la producción ganadera. En dietas de alimentación a corral con alta proporción de concentrado, el componente voluminoso, a través del aporte de la fibra, desempeña un rol fundamentalmente físico o mecánico más que nutritivo, por lo que su calidad va perdiendo relevancia en la medida que va disminuyendo su contribución relativa a la dieta total. Como contraparte, la efectividad de la fibra pasa a ser un factor fundamental a los efectos de promover el mantenimiento de un rumen saludable, condiciones de ambiente ruminal adecuada y evitar los trastornos digestivos y metabólicos asociados a la acidosis. A partir de esta forma de visualizar la participación de la fibra en la dieta de corral, surgen diversas interrogantes con relación a su manejo, a la hora de planificar la alimentación en un sistema de alimentación a corral, que se analizarán en este artículo.

3.2. FDN físicamente efectiva: criterio fundamental para la formulación de dietas con alto nivel de alimentos concentrados

En dietas con una alta proporción de grano (>80%), la función principal de la fibra es la de prevenir trastornos digestivos, a los efectos de lograr la máxima eficiencia de la energía metabolizable consumida por el vacuno para cubrir las exigencias de mantenimiento y ganancia de peso vivo. Es convencionalmente admitido que, en ese escenario, el rol de la fibra es fundamentalmente funcional, contribuyendo al mantenimiento de un rumen sano a través de promover la masticación y rumia, la motilidad ruminal, y la secreción de saliva cuyo efecto buffer contribuye al mantenimiento del pH (Kaufmann, 1976). Siendo así, la principal interrogante a este respecto, del punto de vista del manejo, tiene que ver con cuál es la cantidad mínima de fibra que debe incluirse en la ración para un rumen funcional y si esta cantidad variará dependiendo de la fuente de fibra utilizada. La capacidad de las diferentes fuentes de fibra para desempeñar este rol funcional dependerá de la cantidad de fibra físicamente efectiva que aporte el alimento en cuestión, la cual tiene que ver con la capacidad que ésta presente para promover masticación. Este valor varía dependiendo de la concentración de fibra en la materia seca y de las características químicas y físicas que presenta dicha fibra, entre las que se destaca fundamentalmente el tamaño de partícula, debido a su efecto directo sobre la masticación y estratificación de los contenidos del rumen (Mertens, 2002). Ahora bien, ¿cómo se estima la efectividad física de la fibra en una dieta de corral? La fibra de un alimento se estima analíticamente en laboratorio a partir de la determinación de la fibra detergente neutro (FDN) y se expresa como porcentaje de la materia seca. El aporte de fibra físicamente efectiva (FDNfe) puede ser calculado como el producto entre el contenido de FDN del alimento

y un factor de efectividad física (fef) que varía entre 0 y 1 (indicando capacidad nula o máxima de la fibra para promover masticación, respectivamente). Se toma como valor máximo de referencia el heno de gramínea sin picar. A modo de ejemplo, en el Cuadro 1 se muestra cómo cambia el contenido de FDNfe para algunos alimentos frecuentemente utilizados en las dietas de corral y sometidos a diferentes procesamientos que afectan el tamaño de partícula.

En base a esta información para cada alimento, se calcula la FDNfe de una ración totalmente mezclada (RTM), realizando al cálculo del promedio ponderado que resulta de la composición porcentual de sus ingredientes. Fox y Tedeschi (2002) recomiendan para dietas de feedlot altamente concentradas, valores de FDNfe variando entre 7 y 10% de la materia seca de la dieta. Estos autores fundamentan su recomendación en que serían los niveles requeridos para mantener el pH del rumen por encima de 5.7, valor a partir del cual comenzaría a afectarse el consumo de materia seca. Sin embargo, si el objetivo fuera maximizar la digestibilidad de la pared celular para optimizar la utilización de forraje, el requerimiento mínimo de FDNfe aumentaría al 20% de la materia seca. Uno de los precursores del concepto de efectividad física de la FDN, Mertens (2002), reporta un valor óptimo FDNfe de 15%, indicando que se observa una relación lineal positiva entre la ganancia diaria de peso vivo (GMD) y el contenido de FDNfe cuando éste es menor al 10% de la materia seca. No obstante, reporta que existe muy poca variación en GMD cuando la FDNfe varía entre 12% y 18% de la materia seca, por lo que las recomendaciones podrían ser modificadas en función del objetivo de producción y de otros factores que pueden influenciar la cantidad mínima de FDNfe requerida por ganado en feedlot. A modo de ejemplo se reporta que si el objetivo es minimizar los abscesos hepáticos el incremento de la FDNfe de 15%

Cuadro 1. Contenido de fibra (FDN), factor de efectividad física de la fibra (fef) y fibra físicamente efectiva (FDNfe) para diferentes alimentos y formas de procesamiento (Elaborado en base a Mertens, 2002)

Alimento	Forma física	FDN (%MS)	fef	FDNfe (%MS)
Heno gramíneas	Largo	73	1.00	73.0
Heno alfalfa 10% floración	Largo	42	0.95	39.9
Heno alfalfa 10% floración	Picado grueso	42	0.85	35.7
Ensilaje de maíz	Picado grueso	40	0.90	36.0
Ensilaje de maíz	Picado fino	40	0.80	32.0
Ensilaje sorgo planta entera	Picado grueso	65	0.95	61.8
Maíz grano	Entero	10	1.00	10.0
Maíz grano	Molido grueso	10	0.40	4.0
Harina de soja (46%PC)	peleteado	15	0.40	6.0
Cáscara de soja	peleteado	67	0.40	26.8

a 18% reducirá esta incidencia y al mismo tiempo mantendrá altas GMD. Sin embargo, si se apunta a mejorar la eficiencia de conversión, se puede reducir a 12%. Sin embargo, existen otras consideraciones nutricionales que también afectarían la cantidad mínima de FDNfe (Mertens, 2002) y que tienen que ver con la proporción de carbohidratos rápidamente fermentables, la proporción de subproductos y grasas, el suministro de buffers, la inclusión de ionóforos en la formula, la consistencia en la composición de la dieta y la rutina de alimentación, el manejo de comederos y la frecuencia de alimentación. Ahora bien, luego de hacer el ajuste de la fibra en la dieta, utilizando el concepto de efectividad física de la FDN, surge la interrogante sobre si es posible, eliminar la fuente de fibra larga como el ensilaje o el heno, y sustituirla por una fuente alternativa, lo que podría facilitar la operativa del suministro de alimento. Para responder a esta pregunta, resulta altamente ilustrativo analizar los antecedentes nacionales al respecto. Si bien los antecedentes de uso de dietas con bajos niveles de fibra en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Facultad de Agronomía se remontan al año 2002 (Beretta et al, 2002), la investigación en la UPIC, comenzó a abordar más intensamente el tema “manejo de la fibra en dietas para corral altamente concentradas” en el año 2006, siguiendo una secuencia lógica de búsqueda de fuentes alternativas de fibra, disponibles en las condiciones de producción nacionales. Los principales resultados de esa línea de investigación se resumen en el presente artículo.

3.3. Grano entero de maíz: una opción eficiente y eficaz para sustituir una fuente de fibra larga en dietas de corral

Existe un abundante volumen de información señalando las ventajas de diferentes alternativas de procesamiento del grano de maíz en dietas de corral. Sin embargo, una de las formas de utilizar el grano de maíz, cuando se trabaja con un alto nivel de inclusión del mismo en la dieta, es precisamente utilizarlo entero, el cual al no estar procesado presenta una tasa de degradación ruminal menor y por tanto menor riesgo de acidosis, lo que abre las perspectivas de formular dietas de alimentación a corral sin el uso de una fuente de fibra larga, sin que ello implique problemas en la salud animal, ni depresión en la performance animal. Esta alternativa tecnológica para alimentación a corral, ha sido vastamente estudiada por el Ingeniero Agrónomo Juan Carlos Elizalde, quien fuera investigador pionero en su aplicación en corrales de recria y engorde en Argentina, con muy buenos resultados (Elizalde et al, 2000, Elizalde et al, 2002, Elizalde et al, 2003a, Elizalde et al, 2003b). Ahora bien, ¿cómo funcio-

na, el proceso de digestión del grano de maíz entero en el tracto digestivo del bovino alimentado a corral? Una vez en el rumen, luego de que el grano sufre la primera masticación, el 77% de los granos quedan dañados (Simeone et al, 2003), una parte más liviana de las partículas, se ubican en la porción superior, mientras van hidratándose y son colonizados por las bacterias ruminantes. La buena utilización de grano entero de maíz en el tracto digestivo del vacuno, se basa en dos aspectos, que a su vez están interrelacionados entre sí: por un lado, su lenta degradabilidad a nivel ruminal y por otro lado, su baja tasa de pasaje. En relación a este último aspecto, puede mencionarse que básicamente, hay dos factores que determinan el pasaje de los granos o partes de grano por el orificio retículo-omasal: uno es la gravedad específica (elevado peso en relación al volumen) y el otro es el tamaño de partícula. El almidón que pasa inalterado hasta el intestino delgado y es expuesto a la degradación enzimática, resulta ser, en términos de generación de energía metabolizable, más eficiente que aquel que es fermentado a ácidos grasos volátiles, con la correspondiente producción de anhídrido carbónico y pérdidas de metano y calor. Este proceso de digestión fermentativa a nivel ruminal y enzimática a nivel duodenal, es lo que permite la utilización de grano entero de maíz, en dietas sin la inclusión de alimento voluminoso, manteniendo una buena performance animal en relación a cuando se utiliza grano molido.

3.4. Afrechillo de trigo: aporte de fibra digestible y dilución del contenido de almidón en la dieta

El afrechillo de trigo, es subproducto resultante del procesamiento industrial del grano de trigo, para la obtención de la harina. El afrechillo de trigo es un alimento con un contenido de FDN en torno a 42% y a su vez, tiene un muy bajo nivel de almidón, lo que lo hace un alimento muy seguro, con muy bajo riesgo de generar “acidosis” con su uso. Por tal motivo en la UPIC se ha trabajado para desarrollar estrategias para sustituir la fuente convencional de fibra como el heno, pajas o ensilajes, por afrechillo de trigo. Los primeros resultados fueron presentados en la Jornada 2009, analizando la sustitución de la fibra larga de fardo por afrechillo de trigo (Simeone et al, 2008; Simeone y Beretta, 2009). En esa primera experiencia, se evaluó dicha estrategia en una dieta contenido 85% concentrado, estando las dietas formuladas para aportar iguales niveles de FDN efectiva, energía metabolizable y proteína (Cuadro 2).

El alimento fue ofrecido a razón de los 2,45% del peso vivo en cuatro comidas diarias. Al final del periodo de ali-

Cuadro 2 – Caracterización de las dietas de los tratamientos con y sin fibra larga evaluados en la UPIC en el año 2007 (Fuente: Simeone et al, 2008)

Ingrediente de la dieta y relación Concentrado/Vol.	Dieta con paja de trigo	Dieta con afrechillo de trigo
Paja de trigo, % MS	15.0	---
Afrechillo de trigo; % MS	---	39.0
Grano sorgo molido, % MS	63.7	48.0
Expeler de girasol, % MS	21.3	13.0
Premix vitaminas -minerales, g/a/día	10	10
Levaduras (producto comercial) g/a/día	5	5
Relación concentrado:voluminoso	85:15	100:0

mentación los animales fueron faenados. En el cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos.

No se observaron diferencias en ganancia diaria entre tratamientos (paja trigo: 1.646 kg/d; afrechillo trigo: 1.745 kg/d; $P>0.05$). Tampoco hubo diferencias en el consumo de materia seca registrándose eficiencias de conversión de 5.9:1 y 5.4:1, respectivamente. La fuente de fibra no afectó a ninguna de las características de carcasa evaluadas ($P>0.05$), con excepción del pH 24 horas cuyo valor fue inferior para novillos que recibieron afrechillo de trigo (5.50 vs. 5.61; $P=0.02$). Estos resultados sugieren que cuando el forraje es incluido en bajos niveles (<15%) es posible sustituir una fuente de fibra larga por otra alternativa, como por ejemplo el afrechillo de trigo (FDN: 42% MS) en tanto se mantengan similares consumos de fibra efectiva, sin afectar a la performance animal.

3.5. Cáscara de arroz y retornable fino: el efecto “mecánico” para aumentar la rumia

En el año 2009, y ante la buena respuesta obtenida con el afrechillo de trigo, el equipo técnico de la UPIC se planteó la evaluación de otros dos subproductos de la agroindustria nacional: la cáscara de arroz¹, proveniente de la industria molinera del complejo arrocero y el “retornable fino”², proveniente de la industria productora de celulosa, asociada a la forestación.

El enfoque en este caso apuntó hacia subproductos de menor calidad que el afrechillo de trigo (muy bajo aporte de energía y proteína) y muy alto contenido de fibra de

Cuadro 3 – Efecto de la utilización de afrechillo de trigo como fuente de fibra alternativa en sustitución del fardo de paja de trigo en dietas ofrecidas a novillos Hereford en régimen de confinamiento (Fuente: Simeone et al, 2008)

Variable de respuesta	Dieta con paja de trigo	Dieta con afrechillo de trigo	Valor P
Ganancia de peso vivo, kg/día	1.646	1.745	0.6085
EC, kg alimento/ kg ganancia	5.9:1	5.4:1	---
Peso carcasa, kg	214.8	215.9	0.7656
Rendimiento, %	53.7	54.0	0.4522
Espesor grasa subcutánea, mm	4.08	4.25	0.7107
pH, 24 horas	5.5	5.6	0.0262

EC: eficiencia de conversión

baja digestibilidad. Este tipo de materiales, conforme su alto tenor de FDN (80% - 90%), permitiría concentrar aún más la dieta al suministrar un alimento con mayor cantidad de fibra por unidad de materia seca (MS), sin embargo, la efectividad de la fibra de estos ingredientes para mantener un rumen funcional debía ser evaluada. Existe disponibilidad en el país de ambos subproductos agroindustriales, con alto contenido fibroso y bajo aporte energético y proteíco, los cuales podrían resultar una fuente de fibra capaz a ser utilizada en planteos de alimentación a corral en dietas altamente concentradas. No obstante, a nivel nacional era escasa o nula la información experimental caracterizando en forma controlada la respuesta animal frente a la inclusión de estos ingredientes fibrosos en dietas altamente concentradas de feedlot. En el año 2009 se comenzó con la evaluación de ambos subproductos, apostando a generar coeficientes de sustitución de una fuente por otra y generar experiencia en cuanto a su manejo en condiciones de campo. En el Cuadro 4, se presenta la composición de las dietas experimentales variando en la fuente de fibra incluida: heno de moha, cáscara de arroz o retornable fino, ofrecidas a terneros y novillos en terminación.

En el Cuadro 5 se presentan los principales resultados de performance en el corral y a la faena (en el caso de los novillos). Los mismos indican que para dietas al-

Cuadro 4. Composición de dietas experimentales para terneros y novillos variando en la fuente de fibra: heno de moha (HM), cáscara de arroz (CA) o retornable fino (RF). Fuente: Beretta et al. 2010

Categoría Animal Fuente de fibra	Terneros			Novillos		
	HM	CA	RF	HM	CA	RF
HM picado (%)	10.0	-	-	13.0	-	-
Cáscara de arroz (%)	-	6.4	-	-	8.5	-
Retornable fino (%)	-	-	6.0	-	-	8.0
Sorgo grano molido (%)	74.9	76.5	74.9	76.2	79.7	78.2
Expeler de girasol (%)	10.0	12.0	14.0	6.0	7.0	9.0
Melaza (%)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Premix (%)	3.1	3.1	3.1	2.8	2.8	2.8
Proteína cruda (%)	14.6	14.6	15.1	13.2	12.8	13.2
FDN (%)	17.6	17.3	17.8	18.3	17.6	18.2
Materia seca digestible (%)	72.1	70.0	70.9	72.1	70.0	70.8

1- Al finalizar el procesamiento industrial del grano de arroz, se obtiene, del total de arroz con cáscara ingresado al molino, 70% de arroz blanco, 20% de cáscara de arroz y 10% de afrechillo (Fuentes consultadas: http://www.aca.com.uy/industria_2.html, <http://www.pulevasalud.com>).

2- El subproducto llamado “Retornable fino” es obtenido luego que la madera que llega a la planta de celulosa, es chipeada y echada a la caldera de acopio. El sobrante de ese proceso, que es clasificado según su tamaño de partícula como “grueso” o “fino”, es a su vez acopiado y luego “devuelto” a las plantaciones a través de equipos de distribución (de ahí su denominación de “retornable”), especialmente diseñados para realizar esa tarea.

Cuadro 5. Efecto de la fuente de fibra en dietas altamente concentradas sobre la performance de novillos y terneros en el corral, y de novillos a la faena

Categoría Animal	Terneros			Novillos		
	Fuente de fibra ^A	HM	CA	RF	HM	CA
<i>Performance en el corral</i>						
PV inicial (kg)	152	158	148	329	321	336
GMD (kg/dia) ^B	1,15	1,15	1,12	1,77b	1,51c	2,02a
CMS (kg/d)	5,47	5,56	5,26	11,5a	10,4b	11,2a
EC (kg MS/ kg PV)	5,47:1	5,46:1	5,40:1	6,09:1a	6,54:1a	4,97:1b
<i>Performance de novillos a la faena</i>						
P Faena (kg) ^C	-	-	-	409	386	411
P Canal caliente (kg)	-	-	-	218	212	219
Rendimiento (%)	-	-	-	53,5b	55,0a	53,3b
P rumen vacío(kg)	-	-	-	9,19b	9,29b	11,7a
P contenido rumen (kg)	-	-	-	34,1	28,4	32,9
EGS (mm)	-	-	-	8,8	7,4	8,1
pH ^D	-	-	-	5,57	5,55	5,47

^Aheno de moha (HM), cáscara de arroz (CA) o retornable fino (RF) (ver dietas Cuadro 4); ^B Corresponde a 56 días de alimentación (no incluye el periodo de adaptación a las dietas); ^CPeso vivo en planta, registrado previo a la faena con 24 hs de ayuno; P: peso; ^D Medido en *Longissimus dorsi* 24 hs post mortem 12a costilla, 2.5 cm profundidad. a,b: medias en la misma línea dentro de categoría animal seguida por diferente letra difieren P<0.05

tamente concentradas, donde el forraje representa en torno al 10% de la dieta, es posible sustituir el heno de moha por subproductos de la agroindustria con elevado contenido de FDN (y bajo contenido de proteína cruda, tales como la cáscara de arroz o el retornable fino), en tanto se mantenga el aporte de FDN, energía y proteína de la dieta, sin afectar a la eficiencia de conversión, o aun mejorándola como se observó en el caso de los novillos consumiendo retornable fino. A la faena de los novillos, tampoco se observaron diferencias significativas en peso de canal caliente o espesor de grasa. Esta performance fue consistente con la ausencia de diferencias en el consumo de MS (expresado como porcentaje del peso vivo), y es probable que esté asociada a similares consumos de FDNfe.

Si bien las dietas fueron formuladas con similar contenido de FDN, podrían existir diferencias entre fuentes de fibra en el aporte de FDNfe, afectando por tanto la masticación y rumia, y en consecuencia el pH del rumen y la utilización del alimento (Mertens, 1997). La FDNef de la dieta con heno de moha (estimada a partir de los factores de efectividad física de la FDN reportados por Mertens (2002) para heno picado grueso y granos molidos, como ya fuera explicado anteriormente), fue de 11.4% de la MS. Este valor está por encima del rango mínimo de 7% a 10% FDNef, recomendado por Fox y Tedeschi (2002) para dietas altamente concentradas.

En base a estos resultados, la evaluación del “retornable fino” y de la cáscara de arroz (Beretta et al, 2010, Simeone et al, 2012), incluidos a razón del 8%, tanto en la recria de terneros como en el engorde de novillos, demuestraron ser viables al sustituir a las fuentes conven-

cionales de fibra como henos, o ensilajes. Estos subproductos han sido efectivos también en dietas de terneros de destete precoz a corral (Beretta et al, 2012; Simeone et al., 2022).

3.6. Grano entero de avena como fuente de fibra en dietas de corral: FDN físicamente efectiva y aporte de energía al mismo tiempo

Tanto la cáscara de arroz como el retornable fino, comentados en el apartado anterior, son subproductos de muy bajo valor nutricional, por lo que su rol en la dieta es estrictamente funcional: el de aportar fibra físicamente efectiva capaz de promover masticación, rumia e insalivación, de forma de controlar el pH ruminal y el riesgo de acidosis. Es por este motivo que su nivel de inclusión es bajo, y generalmente se los acompaña con otros ingredientes de mayor valor nutricional y ricos en fibra (tales como afrechillo de trigo o arroz, expeler de girasol), los cuales, en dietas muy concentradas, contribuyen además a reducir la tasa de fermentación.

El grano entero de avena (GEA), por sus características de grano vestido, presenta un alto contenido de fibra (FDN: 25% a 32%) en comparación a otros granos de cereales como sorgo (12%) o maíz (10%). Esto lo convertiría en una posible fuente de fibra físicamente efectiva, si pensamos en suministrarlo entero. Esta posibilidad fue evaluada en Argentina por Pordomingo et al. (2002), incluyendo GEA a razón del 15% de la materia seca de la ración en sustitución del heno, en dietas de corral a base de grano entero de maíz más expeler de girasol, ofrecidas a terneros (150 kg) y novillos de (270 kg). Estos autores encontraron que la sustitución del heno por

GEA no modificó la ganancia de peso vivo ni la eficiencia de conversión, lográndose valores para el promedio de ambas categorías de 1.38 kg/día y 5.5:1, respectivamente. Si bien estos resultados son muy auspiciosos, debe tenerse en cuenta que el grano entero de maíz (principal componente de la ración en el trabajo de Pordomingo et al, 2002), por su propia característica de tamaño cumple un rol de “aporte de fibra efectiva” a la dieta, promoviendo insalivación y control de pH del rumen. De hecho, en dicho trabajo, dietas sólo a base de grano entero de maíz (74%) y harina de girasol (23%) más núcleo, sin fibra larga, resultaron en un excelente desempeño (1.35 kg/d, una conversión de 5.6:1).

La alternativa de GEA como fuente de fibra en dietas de corral hasta entonces no había sido explorada a nivel nacional; en raciones donde la principal fuente de almidón es básicamente el grano de sorgo molido. En estas condiciones, la efectividad de la fibra aportada por el sorgo molido es prácticamente nula, lo cual hace necesario evaluar hasta qué punto es posible la sustitución parcial o total de heno por el GEA, sin afectar o bien mejorando la performance animal y la eficiencia de conversión del alimento. En función de esta línea de razonamiento, entre el invierno 2015 y el verano 2016, se realizaron en la UPIC dos experimentos dirigidos a evaluar el efecto del nivel de inclusión del GEA en sustitución de la fibra larga aportada por henos en raciones totalmente mezcladas ofrecidas a terneros de destete convencional de 150 kg (ADT¹) o de 80 kg en el caso de terneros de destete precoz (DPC²), respectivamente (Beretta et al. 2016). En el primero de los experimentos, se evaluaron 4 dietas difiriendo en el nivel de inclusión de GEA en sustitución del heno de moha: 0%, 7%, 14% o 21% de la materia seca total de la RTM (Cuadro 6), las cuales fueron suministradas a terneros Hereford (8 a 10 meses, 177± 18 kg) manejados en

1- ADT: Alimentación Diferencial del Ternero en invierno.

2- DPC: Destete Precoz a Corral en verano

Cuadro 6. Composición de las raciones experimentales (% de la materia seca) Fuente: Beretta et al. 2016

	Nivel de inclusión de Grano de Avena Entero				Prob. Efecto
	0%	7%	14%	21%	
Heno de Moha picado	21,1	14,1	7,0	0,0	
Grano de avena entero	0,0	7,0	14,1	21,1	
Grano de sorgo molido	48,2	48,2	48,2	48,2	
Afrechillo de trigo	12,5	12,5	12,5	12,5	
Expeler de girasol	12,5	12,5	12,5	12,5	
Urea	1,00	1,00	1,00	1,00	
Melaza	1,95	1,95	1,95	1,95	
Premix ¹	2,72	2,72	2,72	2,72	

¹Premezcla incluyendo núcleo vitaminílico-mineral, monensina y levaduras

confinamiento. Los animales fueron alojados en corrales semitechados, siendo las raciones ofrecidas *ad libitum*, distribuidas en tres comidas diarias.

A efectos de interpretar la respuesta de los animales a los tratamientos también se caracterizó el aporte de fibra físicamente efectiva (FDNfe) de las raciones utilizando un separador de partículas Penn State (Heinrich y Kononoff, 2002). Como ya se comentó anteriormente, el factor de efectividad (fef) de la fibra aportada (Cuadro 7), resulta de la proporción de partículas mayores a 1.18 mm presentes en la ración, las que serían selectivamente retenidas en el rumen promoviendo rumia, masticación y producción de saliva (Mertens, 2002). La sustitución total del heno de moha por GEA redujo en 23% el contenido de FDN de las raciones, sin embargo, el aporte de FDNfe (FDN*fef) disminuyó sólo 13%, asociado a que la efectividad de la fibra incrementó linealmente. La distribución del tamaño de partículas fue variando al incrementarse el nivel de GEA, registrándose una reducción lineal de la proporción de partículas mayores a 19 mm (18% vs. 0%, para GEA=0% y GEA=21%, respectivamente) y en la proporción de partículas menores a 1,18 mm (47% vs. 40%, para GEA=0% y GEA=21%, respectivamente).

Como ya se ha comentado, los requerimientos de FDNfe para ganado vacuno alimentado en confinamiento con dietas concentradas, varían según el objetivo que se persiga, reportándose valores óptimos de 15% cuando lo que se desea es maximizar la ganancia de peso vivo; 22% para minimizar la presencia de abscesos hepáticos y 25% para maximizar el consumo de MS (Mertens, 2002). Dado que se ha comprobado que la GMD es relativamente estable cuando el aporte de FDNfe varía en

Cuadro 7. Composición química, efectividad de la fibra y aporte de FDN efectiva de las raciones experimentales Fuente: Beretta et al. 2016

	Nivel de inclusión de GEA				Prob. Efecto
	0%	7%	14%	21%	
Proteína cruda, %	13,9	14,3	14,4	14,2	--
NIDA (Nx6,25), %	1,6	1,5	1,3	1,6	--
FDN, %	38,4	36,5	30,6	29,6	--
FDA, %	19,6	17,0	13,8	12,5	--
Extracto etéreo, %	1,6	1,9	2,1	2,9	--
Fef ¹	0,53	0,57	0,54	0,60	+
FDNfe ¹	20,4	20,8	16,5	17,7	--
Digestibilidad de la MS	63,0	70,0	76,0	91,0	** ns

¹El factor de efectividad de la fibra (fef) de la ración, corresponde al aporte de partículas mayores a 1,18 mm. Aporte de FDN físicamente efectiva: FDNfe= FDN*fef. + P<0,10; * P<0,05; **P<0,01; ns: P>0.10 Lin: lineal, Cuad: cuadrático.

el rango entre 12% y 18%, se recomienda 18% para simultáneamente minimizar abscesos, o 12% para además minimizar la relación consumo de MS/ kg de ganancia de peso (Mertens, 2002). Tomando estos valores como referencia, el aporte de FDNfe en las dietas experimentales (Cuadro 7) estuvo dentro de los valores recomendados.

En el Cuadro 8 se presentan los resultados de performance en el corral para cada tratamiento, evaluada a través de las medias ajustadas de ganancia diaria de peso vivo, el consumo de materia seca y la eficiencia de conversión del alimento. Para cada variable se testeó el efecto lineal y cuadrático asociado al incremento del nivel de GEA en la ración, observándose que, a medida que se fue incrementando el nivel de sustitución de heno de moha por GEA, se registró un aumento de la GMD hasta alcanzar un valor máximo de 1,58 kg/d cuando el nivel de GEA fue de 7.6%, y una mejora lineal de la eficiencia de conversión, registrándose un reducción de 37g de alimento por kilo de peso vivo ganando, por cada unidad porcentual de aumento en nivel de GEA.

El consumo de MS también mostró una respuesta cuadrática, en tanto la digestibilidad de la MS aumentó en forma lineal, atenuando las diferencias entre tratamientos en el consumo de MS digestible (CDMS). Ambas variables contribuyen a explicar la respuesta productiva. Al incrementarse el nivel de GEA en la dieta, aumenta el aporte total de almidón incrementando la fermentabilidad ruminal, lo cual probablemente determina que el animal regule su consumo en niveles menores. Ello explicaría las menores ganancias de peso. Sin embargo, la mejora gradual en la concentración energética de la dieta, sumado a un aporte de FDNfe razonable, contribuyen a explicar la tendencia lineal de mejora observada en la eficiencia de conversión del alimento.

Cuadro 8 - Efecto del nivel de inclusión de grano entero de avena en sustitución del heno de moha como fuente de fibra en dietas concentradas sobre la performance a corral de terneros Hereford (Sistema ADT) Fuente: Beretta et al. 2016

	Nivel de inclusión de GEA					Prob. Efecto	
	0%	7%	14%	21%	Lin	Cuad	
Ganancia de peso vivo (PV), kg/día	1,4	1,56	1,39	1,28	+	+	
Consumo MS, kg/día	9,6	10,3	9,4	7,9	*	*	
Consumo MS, kg/100 kg PV	3,77	3,88	3,58	2,83	**	*	
Consumo de MS digestible, kg/día	5,85	7,19	6,99	6,96	*	*	
Eficiencia de conversión	6,55	6,32	6,42	5,65	+	ns	

+ P<0,10; * P<0,05; **P<0,01; ns: P>0,10 Lin: lineal, Cuad: cuadrático

El experimento con terneros de destete precoz alimentados a corral se realizó durante el verano 2016 (27/1 al 6/4), en un el planteo experimental similar al realizado en el ADT, aunque ampliando levemente el rango de inclusión del GEA y utilizando heno de alfalfa en vez de heno de moha, dado las mayores exigencias nutricionales de esta categoría. En esta oportunidad, 24 terneras Hereford (64±10 días de edad y 77,5± 13 kg de peso vivo) fueron alojadas en corrales techados individuales y distribuidas al azar a las 4 raciones experimentales diferiendo en el nivel de inclusión de GEA en sustitución del heno de alfalfa: 0%, 10%, 20% o 30% de la materia seca total de la ración totalmente mezclada (Cuadro 9).

Al igual que fuera observado en el corral de ADT, la sustitución total de heno por GEA redujo en 23% el contenido de FDN de las raciones, en tanto que el aporte de FDNfe disminuyó sólo 8%, también asociado a que la efectividad de la fibra incrementó linealmente (Cuadro 9). El aporte total de FDNfe se ubicó en torno al 18%, próximo al recomendado para ganado vacuno de feedlot (Mertens, 2002).

En términos de performance animal, el tipo de respuesta observada en los terneros de destete precoz fue similar a la observada en los terneros del ADT; un aumento cuadrático de la ganancia de peso alcanzando un valor

Cuadro 9. Composición de las raciones experimentales, características nutricionales y efectividad de la fibra Fuente: Beretta et al. 2016

	Nivel de inclusión de GEA					Prob. Efecto	
	0%	10%	20%	30%	Lin	Cuad	
<i>Ingredientes (%)</i>							
<i>Materia seca)</i>							
Heno de Alfalfa	30	20	10	0			
Grano entero de avena	0	10	20	30			
Ración comercial DP ¹	70	70	70	70			
<i>Características nutricionales</i>							
Materia seca, %	90,0	89,9	89,9	89,8			
Proteína cruda, %	17,7	17,4	17,0	16,7			
FDN, %	25,2	23,3	21,3	19,3			
Factor de efectividad de la fibra	0,71	0,76	0,84	0,85	*	ns	
FDNfe, %	17,9	17,7	17,9	16,4			
Digestibilidad en vivo MS, %	61,7	72,3	72,2	76,5	**	ns	
Energía Metabolizable, Mcal/ kg	2,6	2,7	2,8	2,9			

¹Ración comercial para destete precoz, + P<0,10; * P<0,05; **P<0,01. Lin: lineal, Cuad: cuadrático

máximo de 1.34 kg/d para un nivel de inclusión de GEA de 23.1%, acompañando el aumento en el consumo de MS, que alcanzó su máximo para un 15.5% de inclusión de GEA. Asimismo, la EC que ya de por si es excelente en esta categoría animal, tendió a mejorar al aumentar el nivel de GEA reduciéndose la necesidad de alimento para depositar 1 kg de peso vivo en 14 g por cada 1% de aumento en el nivel de GEA (Cuadro 10). Esta tendencia estuvo probablemente asociada a un aumento de digestibilidad de la MS, al aumentar la proporción de GEA.

Considerando estos resultados obtenidos en los experimentos realizados en la UPIC, podría inferirse que el GEA aparece como una opción válida para ser incluido en dietas concentradas como fuente de fibra, contribuyendo además a aumentar la concentración energética de la dieta. La sustitución del heno de alfalfa o de moha por GEA, cuando los primeros representaron entre el 20 y 30% de la ración, respectivamente, si bien redujo levemente el aporte de FDNfe (17.7% y 16.4%) esta se mantuvo dentro del rango de 12 a 18% recomendado para vacunos manejados en confinamiento con dietas concentradas. Si bien la sustitución total mejora la eficiencia de conversión, la optimización de la ganancia se alcanzó a menores niveles de inclusión, los que se ubicaron en torno al 10% para terneros del ADT, y 23% para los terneros de destete precoz.

4 – Consideraciones finales

Los resultados de los trabajos realizados en la UPIC presentados en este artículo responden a la pregunta planteada sobre el uso de algunos granos o subproductos como “fuentes de fibra” en sustitución a las formas más tradicionales como el heno o el ensilaje. Esto cobra particular importancia para corrales ubicados en regiones más extensivas donde el acceso a este tipo de reservas es limitado.

Cuadro 10 - Efecto del nivel de inclusión de grano entero de avena en sustitución del heno de alfalfa sobre la performance a corral de terneras Hereford destetadas precozmente (Sistema DPC) Fuente: Beretta et al. 2016

	Nivel de inclusión de GEA				Prob. Efecto	
	0%	10%	20%	30%	Lin	Cuad
Peso inicial, kg	83,9	85,9	87,9	84,8		
Ganancia de PV kg/día	1,12	1,28	1,3	1,28	+	+
Consumo MS, kg/día	4,35	4,59	4,7	4,39	*	*
Consumo MS, kg/100 kg PV	3,51	3,56	3,6	3,46	**	*
Eficiencia de conversión	3,90	3,62	3,6	3,44	+	Ns

+ P<0,10; * P<0,05; **P<0,01; ns: p>0.10 Lin: lineal, Cuad: cuadrático. PV peso vivo

La utilización de grano entero de maíz, cuando se incluye a niveles en torno a 60% a 70% de la dieta, permite formular dietas sin una fuente de fibra larga, manteniendo una alta performance animal, sin trastornos digestivos.

La inclusión de afrechillo de trigo en dietas de corral, a niveles de 40% de la dieta, permite diluir la concentración de almidón por una fuente de fibra digestible, habilitando a la eliminación de la fuente de fibra larga, sin afectar la performance animal.

Una tercera opción podría estar dada por la inclusión de subproductos fibrosos de la industria arrocera o de la industria productora de la celulosa, en niveles en torno al 6 o 8% de la dieta permiten reducir o bien anular las necesidades de uso de fibra larga en dietas de recria o terminación, sin afectar la performance animal. Si bien esto puede redundar en cambios favorables en términos de costo asociados a la fuente de fibra y en algunos costos operativos, también es importante considerar a la hora de la toma de decisiones, el incremento en la cantidad de concentrado energético y proteico, asociados a la menor contribución de estos nutrientes que realizan los subproductos de baja calidad utilizados como fuente de fibra.

Más recientemente, se ha evaluado la inclusión de grano entero de avena, a un nivel entre 20% y 30% de la dieta con muy buenos resultados, con muy buenos resultados, particularmente en terneros de destete convencional y terneros de destete precoz.

La generación de coeficientes técnicos como los presentados en este artículo permite realizar ex ante una evaluación bioeconómica que ayude a la toma de decisiones sobre el manejo de la alimentación a corral en la empresa ganadera.

5 – Bibliografía

Beretta, V., Simeone, A., Elizalde, J.C., Fonseca, F., 2002. Estratégias de utilização de concentrados em programas de suplementação ou confinamento para sistemas pastoris de engorda de novilhos no período verão-outono no Litoral Oeste de Uruguai. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 39a. Recife, Anais... Viçosa, SBZ NR-1620

Beretta, V.; Simeone, A.; Elizalde; J.C.; Franco, J.; Bentancur, O.; Ferrés, A.; Aycaguer, S.; Iriñiz, J.; Martinez, V., 2010. Alternative fiber sources for steers and calves fed high grain feedlot diets. *Animal Production Science*, v. 50, p. 410-413

Beretta, V., Simeone, A., Elizalde, J.C., Caorsi, C.J., Manaslyky, E. y Rodríguez, D., 2012. Evaluación de la fuente de fibra y sistema de suministro del alimento en un confinamiento de terneros de destete precoz. *Revista Argentina de Producción Animal*, v. 32 Supl. 1, p. 196

Beretta, V., Simeone, A., Pancini, S., Cedres, M., García, E., Oneto, L., Zabalvytia , N. 2016. Grano entero de avena: una nueva opción como fuente de fibra en dietas de corral. 18a Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne. Facultad de Agronomía. p.36-45

Elizalde, J.C. y Duarte G.A., 2000. Resultados de encierres de animales a corral en campos de productores con o sin la utilización de grano entero de maíz. Revista de los CREA Nro. 235, p. 48-58.

Elizalde, J.C., C.A. Franchone y V.F. Parra. 2003a. Ganancia de peso y eficiencia de conversión en vaquillonas alimentadas a corral con dietas basadas en cebada y afrechillo de trigo. *Revista Argentina de Producción Animal*, v 23(1), p. 54.

Elizalde, J.C., C.A. Franchone y V.F. Parra. 2003b. Ganancia de peso y eficiencia de conversión en vacunos alimentados a corral con dietas basadas en granos de maíz entero, cebada entera o aplastada y afrechillo de trigo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 23(1) p. 55.

Elizalde, J.C., W. Paul y C. Franchone. 2002. Consumo y ganancia de peso en vacunos alimentados a corral con dietas basadas en grano de maíz entero o molido y con baja inclusión de forraje. *Revista Argentina de Producción Animal*, 22(1) p. 61.

Fox D.G, Tedeschi L.O, 2002. Application of physically effective fiber in diets for feedlot cattle [Online]. In 'Proceedings of Plains Nutrition Conference'. San Antonio, TX. Available at <http://www.cncps.cornell.edu/papers/ModUse/FoxandTedeschiPNC2002.pdf> (verified 26 November 2009).

Heinrichs, A.J. y Kononoff, P.J., 2002. Evaluating particle size of forages and TMRs using the New Penn State Forage Particle Separator. DAS 02-42. <http://people.vetmed.wsu.edu/jmgay/courses/documents/DAS02421.pdf>

Kaufmann, W., 1976. *Fisiología digestiva aplicada del ganado vacuno*. Ed. Zaragoza Acribia 1976. ISBN: 8420003840

Mertens, D.R, 1997. Creating a system for meeting the fibre requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science* v 80, p.1463-1481.

Mertens, D.R., 2002. Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. [En línea]. Consultado 15 de setiembre 2015. Disponible en: <http://cncps.cornell.edu/files/2014/06/MertensPNC2002-280goex.pdf>

Pordomingo, A., J, Jonas O, Adra M, Juan NA, Azcárate MP., 2002. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, v. 31(1), p. 1-23.

Simeone, A., Bentancur, O., Manasiski, E., Rodríguez, F., Félix, M., Marizcurrena, M., Beretta, V. 2022. Evaluation of wood chips and rice hulls as alternative fiber sources in rations self-fed to early-weaned calves, *Animal Feed Science and Technology*, v 291, 115351. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115351>

Simeone, A., Beretta, V., 2009. Reformulando la ganadería en Uruguay: ¿Cómo se va a recriar y engordar el ganado en los tiempos venidero? In: Reformulando la Ganadería en Uruguay... 11ª Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne. (Ed. A. Simeone y V. Beretta). Facultad de Agronomía, EEMAC. p. 12-32.

Simeone, A., Beretta, V., Elizalde, J.C., Franco, J., Viera, G., 2008. Effect of removing long fibre from beef cattle feedlot diets. Book of abstracts for the 10th Word Conference on animal Production. Wageningen Academic Publishers: The Netherlands. p 130. Abs. 51. ISBN 978-90-8686-100-2

Simeone, A., Beretta, V., Elizalde, J.C., Caorsi, C.J. y Ferrés, A. 2012. Alimentación a corral de terneros: evaluación del sistema de autoconsumo para dietas sin fibra larga. *Revista Argentina de Producción Animal*, v. 32 Supl. 1, p. 195.

Simeone, A., Beretta, V., Rowe, J., Nolan, J., 2003. Is mastication enough processing for maize grain. In: *Recent Advances of animal Nutrition*, v.12, 16A

ELECTRÓNICA PARA EL MONITOREO DE GANADO VACUNO

Alfredo Arnaud

Universidad Católica del Uruguay
email: aarnaud@ucu.edu.uy

1 – Resumen

La electrónica, como la identificación por radiofrecuencia (RFID) y los sensores, se ha utilizado en la ganadería desde hace tiempo, pero la evolución actual de la potencia informática de los sistemas integrados, los nuevos sensores, el Internet de las Cosas (IoT), las tecnologías de redes de gran distancia y de baja potencia (LPWAN) y la inteligencia artificial (IA) entre otras, han impulsado la adopción de la electrónica en la agroindustria a un nuevo nivel. En este trabajo se presentará una breve revisión de esta clase de tecnología aplicada al ganado, dividida en tres partes: sistemas basados en RFID; dispositivos de geolocalización y sensores en los propios animales, generalmente implementados en forma de collares; y cámaras fijas y sensores de monitoreo ambiental, seguido de algunas pequeñas conclusiones sobre el uso electrónico en la ganadería en general.

PALABRAS CLAVE: RFID, acelerómetro, geolocalización, sensores, ganadería de precisión, monitoreo remoto.

2 – Summary

Electronic devices, such as radio frequency identification (RFID tags) and sensors, have been used in livestock farming for a long time, but the current evolution of embedded systems' computing power, new sensors, the Internet of Things (IoT), low-power long-distance networking (LPWAN) technologies, and artificial intelligence (AI), among others, have driven the adoption of electronics in agribusiness to the next level. This manuscript presents a brief overview of these technologies applied to livestock, divided into three parts: RFID-based systems; geolocation devices and sensors on the animals themselves, usually implemented in the form of collars; and fixed cameras and environmental monitoring sensors, followed by some brief conclusions on the use of electronics in livestock and dairy farms in general.

3 – Introducción.

La evolución de la electrónica en áreas tales como los sistemas embebidos cada vez con mayor potencia de cálculo (edge computing), nuevos sensores, el Internet de las Cosas (IoT), las tecnologías de redes de gran

distancia y de bajo consumo de energía (LPWAN), y la inteligencia artificial (IA) entre otras, han impulsado la adopción de las tecnologías de la información (TI) en la agroindustria a un nuevo nivel, y están modificando las prácticas de producción y toma de decisiones. En este trabajo se presentará una breve revisión de esta clase de tecnología aplicada en particular al ganado vacuno. El análisis está dividido en tres partes: sistemas basados en RFID; dispositivos de geolocalización y sensores en los propios animales generalmente implementados en forma de collares; y cámaras fijas y sensores de monitoreo ambiental; seguido de unas breves conclusiones sobre el uso de electrónica en la ganadería en general. La idea es brindar un panorama del uso actual y tendencias de dispositivos innovadores, no necesariamente presentar productos disruptivos o más allá del futuro cercano.

4 – Desarrollo

La tecnología en general se ha aplicado siempre primero en el ganado vacuno, ya que estos son los animales con el mayor valor económico. También en equinos, y otros animales de alto valor en otros países (p.ej. camellos en algunos países árabes), o para el seguimiento de animales en su hábitat. Pero con la reducción en el costo de la electrónica, las comunicaciones, los sensores y las cámaras, los sistemas de monitoreo automático, se utilizan cada vez más dispositivos electrónicos en la cría de ovejas, cabras, cerdos e incluso aves de corral o mascotas [1-7]. Al pensar en electrónica para el ganado bovino, la tecnología la más conocida es la identificación por radiofrecuencia o RFID, de modo que empezaremos por ahí.

4.1. RFID: de la caravana pasiva para la trazabilidad del ganado a un verdadero sistema de información en los corrales.

Se estima que la población mundial de ganado bovino es de 1.500 millones de animales. La mayoría se mantiene al aire libre en pasturas naturales, campos trabajados, o en corrales de engorde tipo feedlot. Actualmente, solo una pequeña fracción está identificada mediante chips RFID (utilizando las conocidas caravanas pasivas, como en la Fig. 1). Una caravana 'pasiva' no contiene una batería en su interior, sino tan solo un circuito inte-

grado (o chip) capaz de transmitir información en forma inalámbrica a un lector cercano, y una antena; para funcionar la caravana pasiva colecta energía del propio lector. Inicialmente, las caravanas de RFID se utilizaron por razones de seguridad alimentaria y sanitaria [8, 10], pero más recientemente los sistemas RFID+TI han cobrado importancia para aumentar la productividad, mejorar el bienestar animal e incluso cuidar el medio ambiente (se estima que alrededor del 14,5 % de los gases de efecto invernadero provienen de la actividad ganadera) [9].

En 2010, Uruguay fue el primer país en implementar una identificación electrónica obligatoria para el 100 % del ganado [10], y las lecturas e informes obligatorios son necesarios para ciertas acciones sanitarias o para el ingreso o salida del ganado de un predio. Se están aplicando regulaciones similares en un número cada vez mayor de territorios y países, al punto que se espera que el mercado de RFID para el ganado crezca a una tasa anual compuesta (CAGR) del 10,5 %, hasta alcanzar los 3.600 millones de dólares en 2030 [11]. En Uruguay y la mayoría de los países, la identificación de animales en la industria ganadera se ha implementado desde hace tiempo mediante caravanas e implantes electrónicos que utilizan la norma ISO 11784/85 a baja frecuencia de 134.2 kHz (LF-RFID) [12-14]. Si bien la baja frecuencia se considera una tecnología relativamente 'antigua', se espera que se mantenga dominante por varios años en la industria. El motivo es que las caravanas son muy robustas, la tecnología es adoptada en varias normativas nacionales (p.ej. [10,13,14]), debido su capacidad de lectura en presencia de agua, y permite implementar identificadores subcutáneos efectivos y de bajo costo. También debido a la selectividad o 'localización' de la baja frecuencia para la lectura, como se indica en la Fig.1 (por localización que no es lo mismo que geolocalización, entendemos que el animal al que apunto con el lector es el único animal que leo).

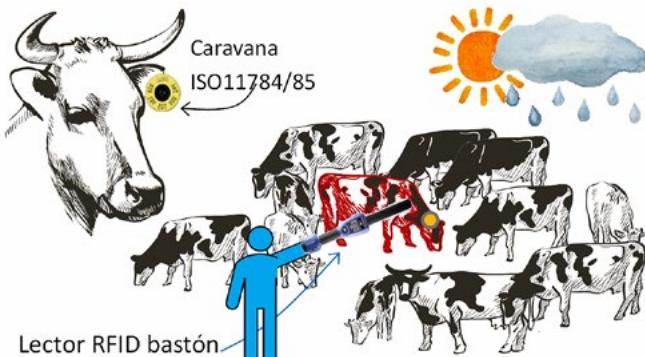


Figura 1: Las caravanas electrónicas de RFID-LF @134.2 kHz, son el estándar para la identificación del ganado debido a su robustez, que soporta años de uso en exteriores, y a su característica de "localización": solo se leen las etiquetas a menos de 40 cm de la punta del lector.

Existen varios lectores RFID comerciales, robustos y compatibles con la norma ISO11784/85, con un formato similar a un bastón para una lectura cómoda de caravanas dirigidos a la industria ganadera y tambos (ver Fig.2). Sin embargo, con el aumento de la potencia informática y la conectividad de los dispositivos móviles, una tendencia actual es integrar bases de datos de animales en la nube con el lector RFID para llevar la información a los corrales, lo que facilita la toma de decisiones sobre la marcha y la carga de información en el campo, como en [15]. Pero los lectores RFID son cada vez más potentes: se conectan a Internet y a teléfonos móviles, a balanzas electrónicas o impresoras sobre todo mediante Bluetooth, y son capaces eventualmente de leer códigos QR y almacenar miles de datos históricos de animales individuales. De esta manera se aprovecha la electrónica y las tecnologías de la información en el trabajo diario; la evolución es desde la herramienta sencilla y la trazabilidad obligatoria, hasta la adopción voluntaria en los establecimientos rurales de potentes sistemas de información para el procesamiento de datos del ganado.

Sin embargo, se necesitan caravanas e identificadores más económicos para extender la tecnología RFID a animales de menor valor, como cerdos, ovejas o aves de corral (utilizando por ejemplo tags como pulseras en la patas). A su vez después de varios años es de esperar una evolución en la tecnología. Una opción son los chips RFID de ultra-alta frecuencia (UHF-RFID) que trabajan a ~900 MHz [16-19] y se han convertido en una opción. La tecnología de UHF es dominante en la industria de retail (ver Fig.3) con etiquetas de papel que cuestan tan poco como 3 centavos de dólar en origen. Además de la ventaja de su menor coste, se alcanzan fácilmente distancias de lectura de 3m para un lector portátil y 10-12m para lectores fijos de panel [18]. A su vez la mayor frecuencia permite realizar múltiples lecturas simultáneas lo que sería muy ventajoso por ejemplo para la lectura de un camión de ganado o un grupo de animales en el corral.



Figura 2: Un lector RFID moderno con forma de bastón (arriba), se puede conectar a teléfonos inteligentes, balanzas o impresoras (abajo), puede leer códigos QR y procesar operaciones de bases de datos de animales.



Figura 3: Un lector de RFID-UHF tipo handheld y vista interior y exterior de una etiqueta UHF adhesiva usual en la industria del retail.

Sin embargo, la tecnología UHF también presenta limitaciones: carece de la característica de localización mencionada en la Fig.1, y el agua absorbe una cantidad significativa de energía en esta parte del espectro electromagnético lo que hará disminuir significativamente la distancia de lectura. Tampoco es trivial cómo implementar los identificadores subcutáneos debido al tamaño de la antena de UHF que es un dipolo. Pero la tecnología ha evolucionado, los lectores UHF avanzados actualmente son de costo accesible. Una opción es filtrar errores en la lectura, por ejemplo, mediante en el Indicador de Intensidad de la Señal Recibida (RSSI) [22] o utilizando técnicas de beamforming [19] y algoritmos inteligentes que aprovechan la capacidad de cálculo de la electrónica moderna para aumentar la confiabilidad de los identificadores RFID-UHF en la industria ganadera. Algunos fabricantes ya proveen caravanas en UHF ([20, 21] entre otros) y en general utilizan como lectores, portátiles manuales (handhelds) como en la industria del retail (ver Fig.3). Estos lectores manuales no se fabrican en formato bastón puesto que la distancia de lectura de las etiquetas UHF es de algunos metros. Sin embargo, para la lectura de la caravana en un animal (debido a la presencia de agua, o en forma intencional para ganar localización) esta distancia se puede reducir bastante. En [22] y la Fig.4 se pre-



Figura 4: Prototipo de lector de RFID-UHF tipo bastón [22].

senta el desarrollo de un lector UHF en formato bastón de manera de combinar las ventajas de la alta frecuencia, con una lectura localizada en los momentos que el usuario lo desea.

4.2. Sensores en los animales, ejemplos: detección de celo y geolocalización.

La detección del celo en el ganado se ha convertido en un problema importante en tambos lecheros, ya que una vaca solo produce mientras tiene un ternero que amamantar. El seguimiento electrónico de la actividad física del animal con un acelerómetro ha demostrado ser eficaz para esta tarea [23-26], pero el celo solo dura unas pocas horas, por lo que se necesita un enlace de inalámbrico para proporcionar una alerta inmediata al veterinario/encargado. En la Fig. 5 se muestra el diagrama de bloques de un collar sensor que incluye un microcontrolador, el acelerómetro y un transceptor de radiofrecuencia [24]. Utilizando el acelerómetro, ya sea combinado con nuevos sensores dentro del collar (por ejemplo, de temperatura, como se muestra en la Fig. 5), también es posible además del celo detectar tempranamente problemas sanitarios en animales individuales. Los acelerómetros por ejemplo permiten contar los pasos del animal.

Los collares con acelerómetros no son algo nuevo y existen además de artículos científicos, varias empresas que ofrecen soluciones comerciales (p.ej, [25-26]). Pero en los últimos años están evolucionando por un lado los enlaces inalámbricos como LoRa que permite transmitir a varios km de distancia por años utilizando una pequeña batería botón, pero también la inteligencia dentro de los dispositivos para identificar una condición sanitaria. El costo de estos dispositivos es también cada vez menor. Se están realizando numerosas investigaciones para mediante computación e incluso inteligencia artificial en el collar, lograr una detección de celo más efectiva.

El enlace inalámbrico puede ser un servicio de telecomunicaciones (LTE NB-IoT, Sigfox, satelital, etc.), un

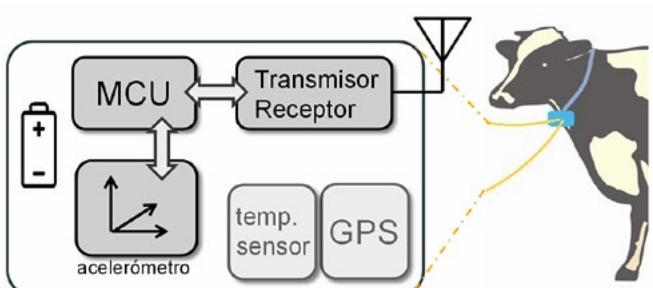


Figura 5: Diagrama de bloques de un collar con acelerómetro para detección de celo [24], se puede utilizar para contar pasos, detectar si el animal ha estado quieto, etc. Incluye un microcontrolador, acelerómetro, y transceiver LoRa. Eventualmente se podría agregar un sensor de temperatura y GPS al collar para otros fines.

protocolo propietario o (y actualmente es la tendencia principal) implementar redes LPWAN propias del establecimiento como LoRaWAN [2, 27, 28]. Con LoRa, se pueden monitorear eficientemente cientos de animales a un costo reducido como en la Fig.6.

Un collar con electrónica análogo puede incluir un dispositivo de geolocalización para rastrear la posición de los animales como en la Fig.6, lo cual puede utilizarse para implementar cercas virtuales (una tecnología aún en desarrollo) y para optimizar la gestión del ganado con las herramientas modernas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Actualmente existen numerosos sistemas comerciales de rastreo de ganado (p. ej., [29, 30]). Las LPWAN prometen proporcionar servicios de localización [31], pero los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS), como el GPS, siguen siendo la principal tecnología de geolocalización para animales. Las tecnologías de posicionamiento asistido, como el A-GPS, ofrecen una forma de reducir el alto consumo de energía de los receptores GPS, como en [32], donde se presenta un dispositivo de geolocalización alimentado durante un año con una batería de LiSOCl_2 de 3,6 V y 1900 mAh (1 posición GPS/hora, transmisión de datos de 2 kB una vez al día). Algunas empresas también ofrecen sistemas entre identificación y geolocalización basados en Bluetooth (beacons como en [33, 34] utilizados en varias industrias), pero tienen sus limitaciones ya que no se pueden distinguir fácilmente animales individuales como en el caso de RFID, y es necesario desplegar nodos fijos para la geolocalización. La tecnología ha evolucionado y de la mano del estándar BLE eso sí, es posible operar los beacons Bluetooth por años sin cambiar la batería botón. Para la geolocalización también es necesario utilizar una red inalámbrica como en la Fig.6 o parecida, pero por limitaciones de consumo de batería o de la propia red no se puede transmitir la posición en forma continua. La mayoría de los productos comerciales pensados para utilizar en varios animales usan la tecnología LoRa, para pocos animales existen productos que trabajan con la red

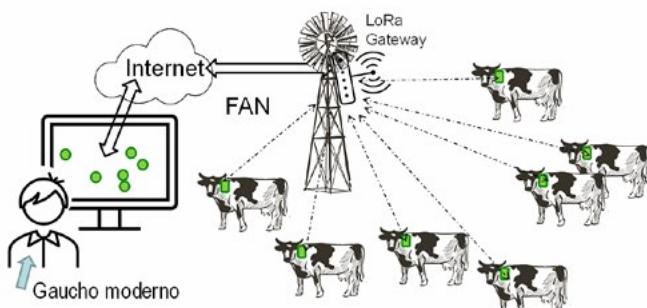


Figura 6: Una FAN o Farm-Area Network, es una red propietaria desplegada en el propio establecimiento rural, para recolectar datos de múltiples sensores. Puede ser LoRa (grandes distancias), WiFi, etc.

celular, y en los últimos dos años se está trabajando también con comunicación satelital para garantizar el acceso desde cualquier lugar.

4.3. Cámaras con inteligencia artificial (IA) y sensores de monitoreo ambiental.

Otra área importante del uso de tecnologías inteligentes en el monitoreo del ganado es la implementación de sensores y cámaras fijos, para monitorear y controlar el entorno del animal, como en el criadero de aves asistido por tecnología que se muestra en la Fig. 7. En el ejemplo se instalan cámaras cableadas con IA para la vigilancia, el monitoreo global de la actividad avícola, y la estimación del crecimiento, la optimización de la alimentación o la detección temprana de problemas sanitarios [35]. Además, la avicultura intensiva genera gases potencialmente dañinos, como gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono y el metano, u otros como el nitrógeno, el amoníaco y el óxido nitroso [36], que la electrónica puede ayudar a controlar [37, 38]. En la Fig. 7, se distribuyen sensores inalámbricos de gas y temperatura para monitorear la calidad del aire; se utilizan también actuadores como comederos automáticos para aves y ventilación regulada para controlar el ambiente de forma automática, o para que el avicultor los pueda comandar de forma remota. El concepto se puede extender a otros animales y entornos en particular la industria ganadera. Por ejemplo, en [28] se muestra un dispositivo para el seguimiento del Índice de Temperatura y Humedad (ITH) [39] en refugios de sombra para ganado y corrales (Fig.8). El objetivo es actuar con antelación en caso de estrés térmico (la pérdida anual estimada en la industria ganadera estadounidense causada por estrés térmico oscila entre USD 1700 y 2400 millones [40]). Además, se utilizan IA, procesamiento de imágenes y cámaras, para el recuento, para estimar el peso, o para la identificación individual del

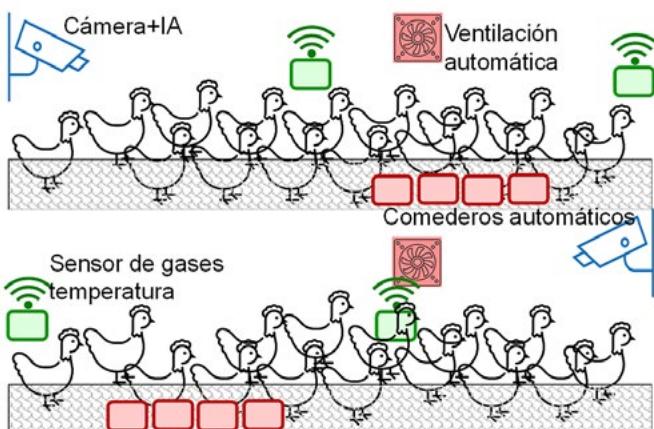


Figura 7: Un establo para aves que incorpora cámaras de IA (azul), comederos y ventilación automáticos (rojo) y sensores inalámbricos, por ejemplo, de CO2, NH3 y temperatura (verde).

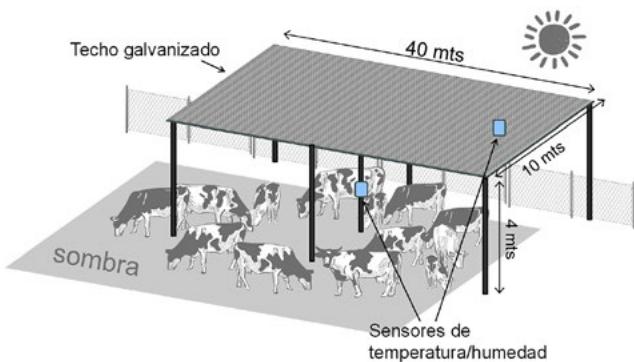


Figura 8: Una protección de sombra, incorpora sensores de temperatura y humedad para monitorear un índice ITH que permite actuar ante el estrés por calor de los animales.

ganado por reconocimiento facial o imágenes de la nariz.

5 – Conclusiones y electrónica en la ganadería actual.

La identificación RFID en baja frecuencia o UHF sigue siendo la tecnología electrónica más adoptada en la industria ganadera, pero cada vez más se combina con sistemas de información complejos basados en la Nube y herramientas como balanzas e impresoras Bluetooth o códigos QR, para proporcionar más información a los trabajadores en el corral. Pero también el uso de sensores bajo el paradigma de IoT para animales individuales y el monitoreo ambiental está en aumento, impulsado por la reducción del coste de la electrónica y la adopción de nuevas tecnologías LPWAN como LoRa, Sigfox, NB-IoT, o incluso la comunicación satelital.

Otra tendencia es el uso de cámaras con IA y, en general, de algoritmos de IA en los sensores alimentados por batería, a medida que las capacidades de cómputo aumentan con la evolución de la electrónica. En los próximos años es de esperar cada vez más dispositivos en los establecimientos ganaderos y tambos, conectados a internet mediante redes inalámbricas que cubran la totalidad del predio.

Una reflexión final es que la tecnología electrónica está disponible, pero aún falta desarrollar las aplicaciones específicas, pruebas de campo, y productos comerciales, para implementar nuevas formas (basadas en tecnologías de la información) de aumentar la productividad de una explotación ganadera. La evolución de la electrónica ha sido más rápida que la adopción de nuevas tecnologías en la agroindustria, ya que esto requiere de pruebas extendidas en el tiempo.

6 – Referencias:

[1] Z. G. John Lewis Zinia Zaukuu, George Bazar and Z. Kovacs, "Emerging trends of advanced sensor based instruments for meat, poultry and fish quality– a review,"

Critical Reviews in Food Science and Nutrition, vol. 60-20, pp. 3443–3460, 2020.

[2] A. Arnaud and M. Miguez, Chapter 1. IoT in the Agribusiness: Technology Trends and Application Examples, River Publishers, 2021, pp.8–62.

[3] O. Elijah, et al., "An overview of internet of things (iot) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 5, pp. 3758–3773, 2018.

[4] J. Saprida et al., "Smart devices and rfid: towards an android-based information system in the cattle-yards," in *2022 IEEE 13th Latin America Symposium on Circuits and System (LASCAS)*, 2022.

[5] J. Astill, et al., "Smart poultry management: Smart sensors, big data, and the internet of things," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 170, 2020.

[6] F. Maroto Molina et al., "Welfare quality for dairy cows: towards a sensor-based assessment," *Journal of Dairy Research*, vol. 87-S1, pp. 28–33, 2020.

[7] V. Cabrera et al., "Research platform to study sheep behavior," in *2023 IEEE Conference on AgriFood Electronics (CAFE)*, pp. 60–64, 2023.

[8] International Committee for Animal Recording – ICAR, "Identification Device Certification Agreements," [Online] <http://www.icar.org>

[9] Food and Agriculture Organization FAO, "Livestock & Climate Change", [Online] <https://www.fao.org/3/i6345e/i6345e.pdf>.

[10] Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG), [Online] <http://www.snig.gub.uy>.

[11] "Livestock Identification Market, report," [Online], <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/livestock-identification-market-132736040.html>.

[12] A. Arnaud and B. Bellini, "Full ISO 11784/11785 compliant RFID reader in a programmable analog-digital integrated circuit," in *Argentine School of Micro-Nanoelectronics, Technology and Applications (EAMTA)*, 2010, pp.107–111.

[13] "Radio-frequency identification of animals – Code structure ISO11784:1996," International Organization for Standardization, Geneva, CH, Standard, 1996.

[14] "Radio-frequency identification of animals – Technical concepts ISO 11785:1996," International Organization for Standardization, Geneva, CH, Standard, 1996.

[15] L. R. Heraldez, A. Arnaud, L. Barbieri, and M. Bajuglia, "RFID in the livestock industry, from traceability to a decision taking tool in the cattle-yards," in *IEEE 8th Latin American Symposium on Circuits & Systems (LASCAS)*, 2024.

[16] J. Gomez and M. Shimizu, "Use of uhf (ultra high

VOLVER AL INDICE

frequency) RFID technology in the data capture, traceability and monitoring interface in the official cattle animal identification program," in *ICAR Conference*, 2019.

[17] F. Adrion et al., "Monitoring trough visits of growing-finishing pigs with uhf-rfid," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 144, pp.144–153, 2018.

[18] "RAIN RFID global alliance," <https://rainrfid.org/>.

[19] C. Li, L. Mo, and D. Zhang, "Review on uhf rfid localization methods," *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, vol. 3, no. 4, pp. 205–215, 2019.

[20] Caravanas comerciales RFID-UHF para ganado, [Online] <https://www.rfidinc.com/uhf-915-mhz-animal-ear-rfid-tags>.

[21] Caravanas comerciales RFID-UHF para ganado, [Online] <https://www.atlasrfidstore.com/avery-dennison-smartrac-cattle-ear-uhf-rfid-tag-monza-r6-p>.

[22] M.J. Baraibar, F.Melian, L. Shiromizu, "RAIN RFID Reader for Enhanced Traceability and Management in Agro-industry", trabajo de fin de grado en Ingeniería Electrónica, Universidad Católica del Uruguay", 2024.

[23] S. Reith and S. Hoy, "Review: Behavioral signs of estrus and the potential of fully automated systems for detection of estrus in dairy cattle," *Animal*, vol. 12-2, p.p. 398–407, 2018.

[24] B. Bellini and A. Arnaud, "A 5μA wireless platform for cattle heat detection," in *IEEE 8th Latin American Symposium on Circuits & Systems (LASCAS)*, 2017.

[25] "Sensor collar for dairy farms - Cowlar," [Online] <https://www.cowlar.com>.

[26] "Sensor collar for dairy farms - Allflex," [Online] <https://www.allflex.co.nz/product/collars/>, accessed: 2024-03-13.

[27] A. Arnaud et al., "A Model for a Dense LoRaWAN Farm-Area Network in the Agribusiness," in *IEEE Transactions on AgriFood Electronics*, vol. 2, no. 2, pp. 284-292, 2024.

[28] J. Pablo Becoña, M. Grané, M. Miguez and A. Arnaud, "LoRa, Sigfox, and NB-IoT: An Empirical Comparison for IoT LPWAN Technologies in the Agribusiness," in *IEEE Embedded Systems Letters*, vol. 16-3, pp. 283-286, 2024.

[29] Collares GPS - Digitanimal, [Online] <https://digitanimal.com/extensive-farming>.

[30] Collares GPS - Lpwanspace, <https://www.lpwanspace.com/products/lorawan-gps-cattle-tracker>.

[31] J. Noguera and S. Boudadu, "LPWAN as enabler for widespread geolocation solutions," *Embedded World*, 2017.

[32] J. P. Becoña and A. Arnaud, "An empirical energy consumption analysis in a cattle geolocation device," *IEEE URUCON*, pp. 209–212, 2021.

[33] Caravana BLE - Moovement, <https://www.moovement.com.au/bluetooth-ear-tags-for-cattle>

[34] Caravana BLE - Skylab, <https://www.skylabmodule.com/product/animal-cattle-sheep-horse-locator-tracking-ear-bluetooth-beacon-vdb06/>

[35] S. Cakic et al., "Developing object detection models for camera applications in smart poultry farms," *IEEE International Conference on Omni-layer Intelligent Systems*, 2022.

[36] S. Mihina, et al., "Concentration of harmful gases in poultry and pig houses." 2012. [Online] <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:91681848>

[37] J. Koskela et al., "Monitoring the quality of raw poultry by detecting hydrogen sulfide with printed sensors," *Sensors and Actuators B:Chemical*, vol. 218, pp. 89–96, 2015.

[38] T. Lin et al., "Development of MOS sensor-based NH3 monitor for use in poultry houses," *Computers & Electronics in Agriculture*, vol. 127, pp. 708–715, 2016.

[39] R. Jeelani, et al., "Reassessment of temperature-humidity index for measuring heat stress in crossbred dairy cattle of a sub-tropical region," *Journal of Thermal Biology*, vol. 82, pp. 99–106, 2019.

[40] N. St-Pierre, B. Cobanov, and G. Schnitkey, "Economic losses from heat stress by us livestock industries1," *Journal of Dairy Science*, vol. 86, pp. E52–E77, 2003.

MEJORA DE RESULTADOS EN SISTEMAS DE PEQUEÑA Y MEDIANA ESCALA: EL EJEMPLO DE LA “UNIDAD DEMOSTRATIVA DE PRODUCCIÓN OVINA DE FACULTAD DE VETERINARIA EN LA EEMAC”

Julio Olivera-Muzante¹*, Lourdes Adrien¹, Germán Antúnez-Tort¹, Gonzalo Oliveira¹, Rafael Delpiazzo¹, Jorge Gil¹, Victoria Pons¹, Mauro Minteguia¹, Felipe Casalás¹, Juan Franco¹ y Gabriel Ciappessoni²

¹ Unidad de Sistemas Pecuarios y Gestión. Unidad de Clínica y Reproducción. Dpto. de Ciencias Veterinarias y Agrarias. CENUR Litoral Norte. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República. Paysandú, Uruguay.

² INIA Las Brujas. Canelones, Uruguay

*Autor de correspondencia: joliveramuz@gmail.com

1 – Resumen

Se describen ajustes de manejo (nutricional, reproductivo, sanitario y genético) y tecnologías de proceso o insumos aplicables a sistemas ovinos de baja y mediana escala. Se ejemplifica con una intervención de “precisión” en la nueva “Unidad Demostrativa de Producción Ovina” de Facultad de Veterinaria, ubicada en la Estación Experimental “M. A. Cassinoni” de Facultad de Agronomía. Se presentan y analizan resultados obtenidos tras dos años de trabajo, junto con propuestas futuras para el desarrollo de la Unidad.

2 – Summary

Management adjustments (nutritional, reproductive, health, and genetic) and processing technologies or inputs applicable to small- and medium-scale ovine systems are described. An example is a “precision” intervention in the new “Unidad Demostrativa de Producción Ovina” of the Veterinary Faculty at the “M. A. Cassinoni” Experimental Station of Agronomy Faculty. The results obtained after two years of work are presented and analysed, along with future proposals for the development of the unit.

PALABRAS CLAVES

Ovinos, manejo, tecnologías, resultados, producción de baja y media escala

Sheep, management, technologies, results, low and medium scale production

3 – Introducción

La producción ovina nacional ha enfrentado importantes desafíos en los últimos 35 años, con dificultades globales en la comercialización de lanas durante la década de los noventa, competencia con otros rubros agropecuarios como forestación, agricultura y ganadería extensiva a partir de principios de este siglo, incremento de la resistencia a los antihelmínticos, aumento de predadores, abigeato, entre otros (Gambetta, 2016). El impacto de estos

cambios se visualiza claramente siguiendo la evolución del stock ovino, que pasó de 25 millones en 1992 a 5,4 millones de cabezas para el año 2024 (DICOSE-SNIG, 2024), el valor más bajo de la historia del país desde que se llevan registros. Durante estos años también se evidenció un marcado cambio en la estructura de la majada: de ciclo “completo-lanera” con alto número de capones, a predominantemente “criadora”, con mayoría de ovejas de cría para la producción de corderos con embarque como “mamón” al destete, “pesado” precoz o tradicional previo al año, o borrego al segundo vellón, según el sistema productivo que estemos analizando. En este sentido, las marcadas tendencias de precios a favor de lanas finas y superfinas mantenidos desde inicios de este siglo, y los buenos precios y apertura de nuevos mercados en carne ovina observados en los últimos años han diferenciado, desde el punto de vista productivo y económico, dos alternativas contrastantes. Por un lado, sistemas extensivos de mayor escala, inclinados a la producción de lana fina y de alta calidad, con base nutricional de campo natural, bajo porcentaje de mejoramientos, infraestructura limitante, y escasez de recursos humanos. Por otro lado, sistemas más intensivos de baja a mediana escala, destinados a incrementar la producción de carne ovina de calidad, que buscan una mejora mantenida de la eficiencia reproductiva y de la velocidad de crecimiento de sus corderos, con mejor base nutricional (inclusión de mejoramientos o suplementación), uso de biotipos maternales prolíficos y/o cruzamientos terminales (Bianchi y col., 2013; Banchero y col., 2015; Montossi y col., 2013a, b; DIAE, 2014; Montossi, 2016).

Por otra parte, y considerando al país como una gran majada, los indicadores reproductivos de las últimas dos décadas muestran que cada 100 ovejas servidas se destetan en promedio país solamente 72 corderos al año, fruto de parir algo más del 90% de ellas tan solo 1,1 corderos por oveja, y perder hasta el destete en promedio un 20% de los mismos. Esto posibilita visualizar los mo-

mentos donde el potencial de la especie permite generar grandes impactos: incremento de la fecundidad (número de corderos nacidos) y mejora de su sobrevivencia. Con el principal objetivo de incrementar la tasa de procreo de nuestras majadas y poniendo en práctica manejos tendientes a mejorar la sobrevivencia de los corderos nacidos, es imperioso incrementar la prolificidad al servicio de nuestras ovejas, es decir, el número de ovejas meliceras a parir (Azzarini, 2004). Se sabe que la sobrevivencia de los corderos nacidos como mellizos es inferior a los de parto simple, pero difícilmente más de la mitad, por lo cual resulta muy importante promover su ocurrencia en vistas a un aumento de la tasa reproductiva en forma independiente a la escala de producción de que estemos hablando (Azzarini, 2004).

Por último, se registra que cerca del 90% de los productores con ovinos de nuestro país manejan majadas con menos de 500 ovejas de cría, sistemas de baja a mediana escala, que congregan más cerca del 60% del stock, y utilizan en general genotipos de baja a mediana prolificidad (DIEA, 2014; MGAP-OPIPA, 2018). Esta situación se visualiza claramente al observar el importante crecimiento en número de pequeños y medianos productores con ovinos en departamentos como Canelones (región del “Santoral”), Paysandú (región de “los Ejidos”), y alrededores de muchos otros centros poblados del país (DIEA, 2024). Se trata de una opción más de sustento de muchas familias que realizan este tipo de emprendimientos. Sin dudas, que esta escala productiva permite y requiere de la aplicación de tecnologías validadas y de fácil adopción, que tiendan a simplificar y hacer más “preciso” el manejo, y a incrementar los ingresos económicos de este universo de productores.

El objetivo de esta presentación, con foco en producción de baja y mediana escala, es describir el sistema, los ajustes de manejo en comparación con años previos, y los principales resultados físicos y económicos obtenidos durante dos años de trabajo (2023 y 2024) en la denominada “Unidad Demostrativa de Producción Ovina” (UDPO) de la Facultad de Veterinaria (Fvet) en la Estación Experimental “M. A Cassinoni” (EEMAC) de Facultad de Agronomía (Fagro). Muchos de las tecnologías y manejos aquí empleados han sido descriptos en ediciones previas de estas jornadas (Bonino, 2004; Banchero y col., 2006a; Gil y col., 2012; Fierro, 2022), por lo cual nos remitiremos solo a mencionarlos. Se hará foco sí en nuevos aspectos que consideramos nos han permitido un manejo e intervención de “precisión” sobre el sistema.

4 – Desarrollo

4.1. Antecedentes y objetivos planteados en la UDPO-Fvet-EEMAC

En agosto del 2023 ingresan provenientes del Campo Experimental N° 1 de Migues-Fvet, con apoyo de Fvet y en calidad de donación a la EEMAC, 44 ovejas adultas de raza Merilin Plus® (50% Merilin - 25% Merino Australiano - 25% Finnish Landrace; Monzalvo y col., 2019). Estas ovejas servidas inicialmente como borregas de dos a seis dientes, nulíparas o ya con un parto, formaron parte de un proyecto CSIC de Vinculación con el Sector Productivo Modalidad I (Fvet-INIA-SUL-Soc. de Criadores de raza Merilin) que llegaba a su fin luego de estudiar dos generaciones de corderos (2021 y 2022). Las ovejas arribaron a la EEMAC gestantes de un servicio a campo por un mes ($53,7 \pm 4,90$ kg de peso vivo -PV- al servicio) con un carnero Merilin Plus®. El objetivo general planteado con ellas fue el de promover el desarrollo de la UDPO, dirigida por Fvet y la EEMAC, con vinculación directa de instituciones relacionadas al rubro (SUL, INIA), que permitiera realizar docencia de grado y posgrado, investigación, validación y transferencia de tecnología a estudiantes de la Udelar, CETP-UTU Agraria, y productores de la zona de baja y mediana escala (“los Ejidos” de Paysandú entre otros). Como objetivos a corto plazo nos planteamos mejorar la tasa reproductiva obtenida previamente con estas ovejas en el Campo Experimental de Migues-Fvet, a través de una mejora de la prolificidad y sobrevivencia de los corderos nacidos; acelerar el crecimiento y alcanzar la comercialización a nivel local de los corderos como “mamones” antes de fin de año, y realizar una recria eficiente de las corderas de reposición para poder servirlas en su primer otoño de vida. Un elemento para destacar es que la UDPO es hasta la fecha, autosustentable, es decir, se financia con los ingresos de carne y lana del sistema.

4.2. Ambiente, manejo general, nutricional, reproductivo, sanitario y genético

Esta Unidad ubicada en la EEMAC (Ruta 3 km 363, a 8 km de la ciudad de Paysandú; $32^{\circ}23'57,86''$ latitud sur y $58^{\circ}02'42,48''$ longitud oeste), ocupa una menor parte de lo que antiguamente fue el “área de ovinos” de esta estación experimental. Se asienta sobre suelos de buena productividad tipo *Brunosoles* (*Formación Fray Bentos* del Litoral Oeste), en condiciones de campo natural (sin mejoramientos), con predominancia del denominado ecosistema “Monte Parque”, por la cercanía con el río Uruguay. Para el manejo diario consta de un galpón e

instalaciones de trabajo que vienen siendo recuperadas paulatinamente. Se dispone también de dos perros adultos de guarda Maremmano. A modo de síntesis, las principales actividades realizadas con las ovejas y corderos/as obtenidos a lo largo del tiempo (recria, servicio y preñez; parto, lactancia, destete/embarque) se representan en las Figuras 1 y 2 respectivamente.

La base nutricional a la fecha ha sido campo natural con cuatro piquetes ubicados alrededor de los corrales con 5,5 ha en su conjunto y un potrero con 28,5 ha sin divisiones internas. El pastoreo de estas áreas ha sido siempre mixto en conjunto con bovinos (vacas de cría con o sin terneros al pie) y equinos. En consecuencia, la carga ovina promedio del sistema ha sido de 0,27 UG/ha (2 ovinos/ha), completando hasta 0,9 UG/ha promedio con bovinos y equinos. Con el objetivo de mejorar la prolificidad (a través del incremento de la tasa ovulatoria) y la sobrevivencia al parto de los corderos (por mayor oferta y calidad de calostro), se realizó en forma estructural una suplementación “focalizada” (Banchero y col., 2006a) a ovejas previo al servicio (inseminación y repaso, Minte-

guiaga y col., 2022; harina de soja al 1% del PV/oveja/día durante 6 días; 2,9 Mcal energía metabólica -EM-/kg de materia seca -MS-, 40% Proteína

Cruda -PC-/kg MS) y al preparto (grano de cebada o maíz y bicarbonato al 0,5% del PV/oveja/día, durante 10 días; Olivera-Muzante y col., 2022). En el caso de los corderos obtenidos, y previo aprendizaje, desde los 45-50 días de edad promedio y hasta el destete/faena (80 a 111 días según el año) recibieron alimentación diferencial al pie de las madres (tecnología de *creep-feeding* o “de pasaje hacia el suplemento”; Banchero y col., 2006b); con una mezcla de grano entero de cebada o trigo y harina de soja, relación 70/30%, a razón de 1% del PV/corderos/día; con aportes promedios de 2,9 Mcal EM/kg MS y 22% PC/kg MS). Para la recria de corderas diente de leche de reposición se continuó en el verano y otoño con la suplementación sobre campo natural en el potrero de 28,5 ha (instalación de *creep-feeding* con comedero de autoalimentación y sombra natural; grano entero de cebada o trigo y harina de soja, relación 80/20%, a razón del 1% PV/día/cordero, con recarga bisemanal; con aportes pro-

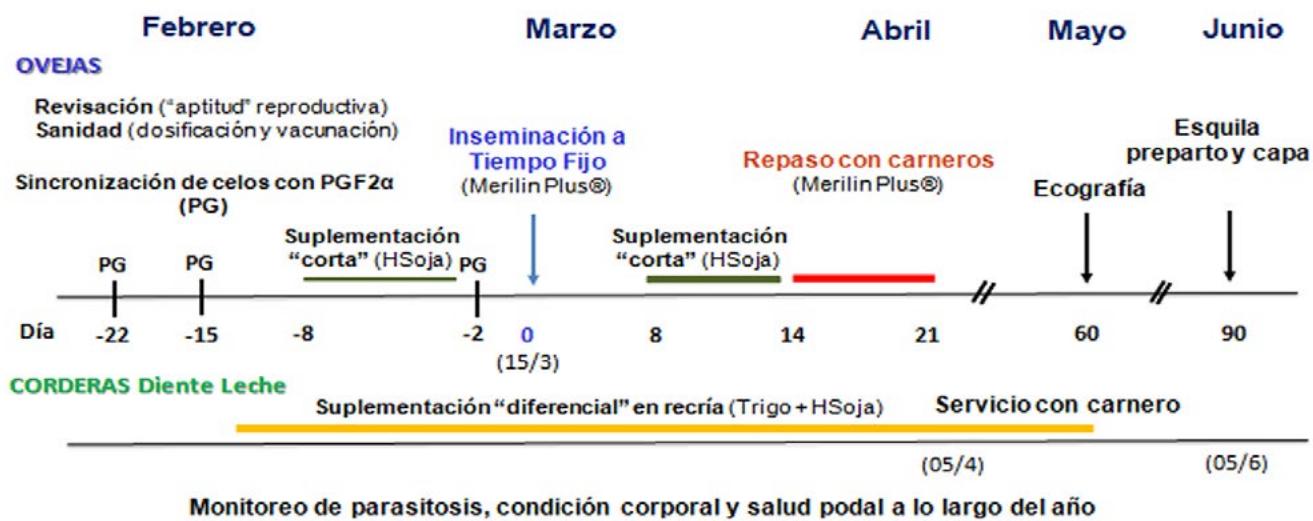


Figura 1. Manejo realizado en recria, previo al servicio y gestación (año 2024)

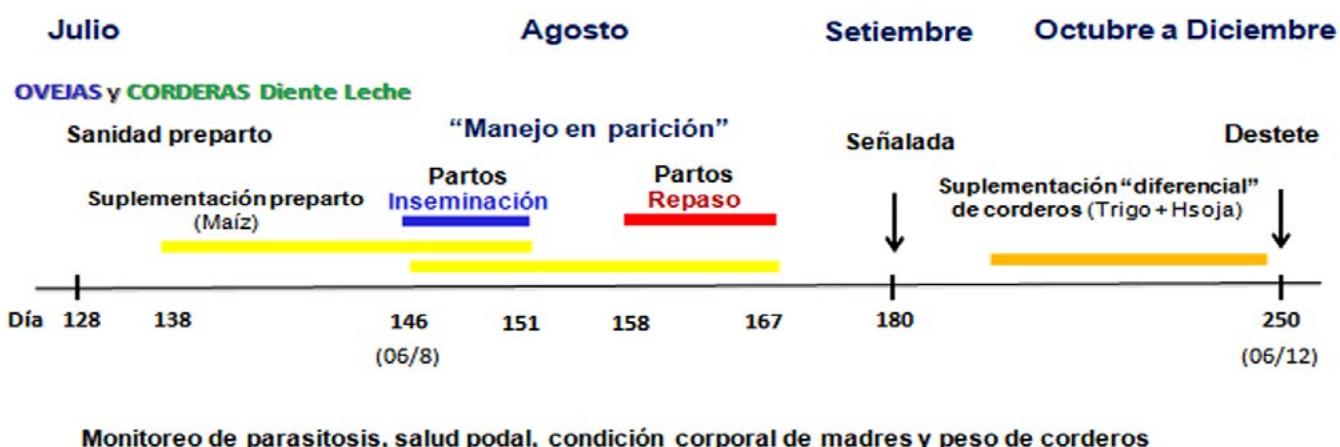


Figura 2. Manejo realizado previo al parto y en lactancia (año 2024).

medios de 2,8 Mcal EM/kg MS y 18% PC/kg MS), de esa forma se manejaron todas las categorías juntas en esos momentos. El “estado o balance nutricional” de los animales se chequeó a través de la evaluación mensual del estado corporal (escala 0 al 5; Russel y col., 1969; EC) y del PV. Se manejó como objetivo un EC individual mayor a 3 en ovejas al servicio y parto, y ganancias diarias en corderos que permitieran su venta como “mamones” en diciembre (superiores a 200 gr/cordero/día hasta el destete), un PV al destete individual superior a 21 kg, o el servicio como corderas diente de leche en el siguiente otoño con PV mayor a 35 kg.

El manejo reproductivo planteado en la UDPO comienza con el examen de “aptitud” de ovejas y carneros a emplear (Bonino, 2004; Gil y col., 2012). En el mes de febrero todos los vientres son inspeccionados para confirmar integridad bucal y dentición adecuada, integridad de la visión, integridad y salud podal, de ubre, pezones y vulva. La aptitud de los carneros a utilizar se complementa con exámenes macro y microscópicos computarizados del semen en el Laboratorio de Reproducción Animal “Dr. Alfredo Ferraris” del Departamento de Ciencias Veterinarias y Agrarias (CENUR Litoral Norte). Los carneros utilizados en el sistema para los servicios de campo (2023), IATF o repaso (2024) han sido también de raza Merilin Plus®. Respecto a los servicios, y en consecuencia partos, se buscó como objetivo acortar al máximo la duración de ellos, y a la vez facilitar una intervención de “precisión” durante todo el ciclo productivo. Para ello, con el fin mencionado y el de asegurar el impacto de la nutrición “focalizada” aplicada, se planteó por practicidad y costos una sincronización de celos con análogos de sintéticos de prostaglandina F2a (PG). Esto último posibilitó un servicio de inseminación a tiempo fijo (IATF) y un repaso a campo con carneros muy concentrado (solo una semana) en el mes de marzo. El protocolo utilizado (tres dosis de PG separadas siete y 15 días entre sí respectivamente, con IATF a las 68 horas promedio de la última dosis de PG, Figura 2; protocolo “3PG”, Negrín y col. 2024), surge de una modificación a los protocolos “largas” de dos dosis de separación entre PGs (14 a 16 días; 2PG) que el equipo de trabajo validó tiempo atrás (Fierro y col, 2017; Fierro y Olivera, 2017).

La ecografía de gestación se realizó a los 60 días del servicio de IATF y 45 ± 3 días promedio del servicio de repaso (Aloka 500, sonda 3,5MHz trans-abdominal convexa). La esquila preparto Tally-Hi se realizó con peine alto, en forma temprana (entre los 75 y 90 días de gestación, mitad de gestación), colocando luego capas por 25 días para protección ante eventuales días de riesgo climático y con el propósito de evitar pérdidas de EC. El objetivo

de una esquila preparto temprana es el de propiciar un aumento del consumo (bajo condiciones que se aseguren los requerimientos), y con ello un mayor desarrollo placentario, peso, vigor y sobrevivencia de los corderos al nacimiento (De Barbieri y col., 2017). La sincronización de gestaciones alcanzada en la UDPO permitiría potenciar este hallazgo. En el caso de las corderas de reposición, por razones de manejo (flechilla en lana) y para estimular su crecimiento en verano, se procede a la esquila en diciembre (Kenyon y Corner, 2025). El resto de los corderos se vende sin esquilar al destete (embarque a frigorífico).

El sistema de parición que se realiza en la UDPO es el denominado a “cielo abierto”, con la majada ubicada en piquetes alrededor de corrales y sin acceso a parideras. Durante el periodo de parición se desarrollan de dos a tres recorridas diarias por parte del personal, estudiantes y/o docentes de Fvet. En caso de días de riesgo alto a crítico de enfriamiento de corderos (De Barbieri y col., 2025; App AlertaOvina) se implementaron medidas de protección de los corderos recién nacidos (refugio con fardos, atenuación del viento con nylon de silo al alambrado). Una vez que la oveja parió se la acercó junto a su cordero/s al corral y cuando se confirmó el correcto establecimiento del “nexo” madre-cordero/s se realizó el pesaje, la castración de machos y el descole de hembras con utilización de anillos de goma. También se procedió a identificar a los corderos (caravanas plásticas numeradas en oreja o con precinto plástico al cuello) y se realizó la desinfección de ombligo con una solución de alcohol iodado. Todo se realizó no más allá de las 24 horas de vida procurando el mejor bienestar animal asociado a estas maniobras. Luego la oveja y el/los corderos/s pasaron a otro piquete donde se manejaron en altas dotaciones/ha hasta que culminaron los partos de cada servicio. Luego de esto se realizó la “señalada” propiamente dicha de cada lote.

El manejo sanitario en la UDPO buscó ante todo la prevención de enfermedades en las que se pueda generar inmunidad (clostridiosis, ectima contagioso), la vigilancia de no entrada al sistema de enfermedades podales infectocontagiosas (pietín) o de ectoparásitos (piojo, sarna), y el monitoreo periódico de infestaciones parasitarias para la realización de dosificaciones “tácticas”. Previo al servicio y al parto se inmunizó contra enfermedades clostridiales a todas las ovejas (Clostrisan Total 9+T®). Los corderos recibieron esta inmunización a clostridiosis a la señalada, junto a la vacuna de ectima contagioso (Ectisan®), un refuerzo a los 25 días y luego cada 6 meses. Se monitoreo la carga parasitaria cada 20-30 días en las dos categorías (coproparasitarios), administrando

antihelmínticos de probada eficacia en el sistema (según “Lombritest” realizado) en caso de escaladas parasitarias (Organofosforados, combinaciones de Moxidectin-Closantel, Moxidectin-Levamisol o Closantel-Levamisol). Los coproparasitarios se realizaron en el Laboratorio de Análisis Clínico de Rumiantes del Departamento de Ciencias Veterinarias y Agrarias (CENUR Litoral Norte). Si bien se realiza, no se utiliza como criterio de dosificación la sola observación de mucosas (FAMACHA©). Por otra parte, no se han registrado problemas podales de carácter infectocontagioso, solo abscesos de dedo o pie por ingreso de espinas propias de la flora indígena presente (ecosistema “Monte Parque”). Eventualmente, en condiciones de alta humedad, se realiza un baño podal con formol al 5% en forma de pasaje o se trata en forma individual algún animal (antibióticos).

4.3. Resultados reproductivos, sanitarios, productivos, de calidad de producto y económicos obtenidos en la UDPO-Fvet-EEMAC (Años 2023 y 2024)

Los resultados en la UDPO para variables como ser las reproductivas (fertilidad, prolificidad, parición, sobrevida y destete) fueron analizadas por análisis de varianza para variables categóricas considerando como efecto fijo la edad de las ovejas al servicio, el número de partos y el año de trabajo. Las variables continuas productivas y de faena se analizaron mediante un modelo mixto, que incluyó como efectos fijos el tipo de nacimiento (único o múltiple), edad, tipo de crianza y sexo, y como efecto aleatorio a la oveja. Las medias entre grupos (únicos vs. múltiples) se compararon con Tukey-Kramer ($P < 0,05$) y se reportan como medias de mínimos cuadrados \pm error estándar.

La evolución de los indicadores reproductivos obtenidos con este grupo de ovejas a lo largo de los años, en diferentes ambientes y manejos instaurados, se resume en la Tabla 1.

Se observa que, trabajando con el mismo grupo de animales, la mejora numérica en la sobrevida de corderos en el año 2023 al ingreso a la EEMAC -asociada fundamentalmente a la alimentación focalizada al parto, los cuidados al nacimiento y la protección frente a predadores-, así como la mejora en la prolificidad y sobrevida en el año 2024 -asociada a la alimentación focalizada al servicio y al parto, y a medidas de cuidado y protección-, fueron clave para explicar el mejor porcentaje de destete alcanzado respecto al obtenido previamente en el Campo Experimental de Migue. La edad de las ovejas al servicio y el número de partos no incidieron en los resultados observados ($P > 0,05$), y si hubo un efecto “año” ($P < 0,05$) en todas las variables salvo en sobrevida, confirmando que los ajustes de manejo y ambiente realizados contribuyeron significativamente a maximizar su potencial productivo.

Respecto al manejo sanitario, y a pesar de lo desafiante del año 2024 (más de 1800 mm de precipitaciones concentradas en los meses de verano, otoño y primavera), el número de dosificaciones realizadas en adultos y recría a lo largo del año fue de cinco. Sin dudas el efecto “dilución” y/o “aspiradora” generados por el pastoreo mixto explican en parte estos resultados (Fiel y Nari, 2021). La subdivisión del potrero de 28,5 ha y una menor “coincidencia” de parásito y huésped al pastoreo seguramente nos permitan a futuro mejoras en este aspecto.

Los resultados físicos hasta el embarque y de calidad de canal registrados en frigorífico de corderos/as mamones de raza Merilin Plus® con 80 días de edad promedio en el año 2023 se resumen en la Tabla 2.

Además de las buenas ganancias de PV promedio registradas en los corderos durante la parición del año 2023, claramente se evidencia una mejor performance productiva hasta el destete y a nivel de frigorífico de los corderos nacidos como únicos respecto a los nacidos y criados como mellizos. Sin embargo, las ovejas que criaron corderos mellizos fueron más “eficientes” al destetar

Tabla 1. Evolución de los indicadores reproductivos a lo largo de los años según sitio de trabajo (medias)

	Campo Experimental de Migue		UDPO-FVet-EEMAC	
	Año 2021 (n=49)	Año 2022 (n=49)	Año 2023 (n=44)	Año 2024 (n=44)
Preñez (ovejas paridas/servidas; %)	100	100	97,7	97,7
Prolificidad (corderos/oveja parida; n)	1,24	1,33	1,28	1,81
Parición (corderos/ovejas servidas; %)	124	133	125	177
Sobrevida (corderos vivos/nacidos; %)	86,9	86,2	100	96,1
Destete (corderos destetados/ovejas servidas; %)	108	114	125	170

más peso vivo o más peso de carcasa cada 100 kg de oveja puesta en servicio.

Los principales resultados reproductivos obtenidos en el sistema durante el año 2024 se resumen en la Figura 3 y 4, y Tabla 3. La respuesta y sincronía alcanzada con el nuevo protocolo de sincronización de celos “3PG” asociado a una alimentación focalizada con harina de soja aplicada en el año 2024 se presenta en la Figura 3. Se observó una respuesta de ovejas en celo del 96% hasta las 72 horas, y una sincronía de estos del 82% desde las 24 a las 48 horas pos ultima dosis de PG. Si bien el protocolo 3PG involucraría una dosis más y por ende alarga el tiempo en días para generar la sincronización, ha evidenciado una mejor fertilidad que el 2PG (Negrín y

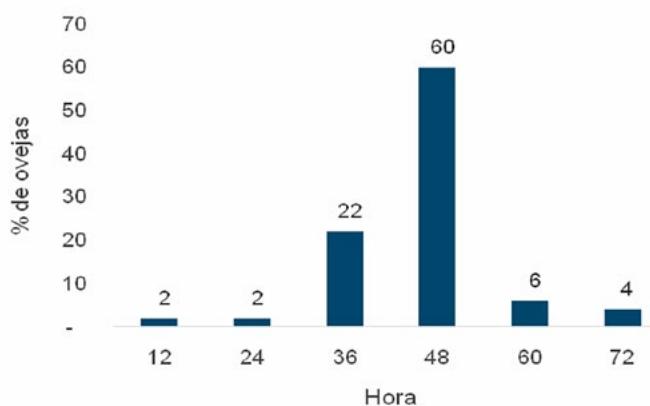


Figura 3. Respuesta de celos observada cada 12 horas en ovejas sincronizadas con un protocolo en base a tres dosis de un análogo sintético de prostaglandina F2α -PG- (Días -22, -15 y 0 respectivamente, protocolo “3PG”; Hora 0= última dosis de PG; n= 44).

Tabla 2. Resultados físicos y de calidad de canal de corderos a 80 días de edad y según tipo de nacimiento (medias mínimos cuadrados \pm ee) en la UDPO-Fvet-EEMAC (Año 2023).

	Medias \pm DE	Únicos (n=29)	Mellizos (n=28)
Peso al nacimiento (kg)	$4,8 \pm 0,78$	$5,2 \pm 0,7$ a	$4,4 \pm 0,7$ b
Peso al destete (kg)	$24,2 \pm 3,71$	$26,8 \pm 0,43$ a	$21,5 \pm 0,50$ b
Ganancia diaria (gr/día)	245 ± 39	$285 \pm 5,0$ a	$220 \pm 5,6$ b
Estado corporal al destete (1-5)	$3,5 \pm 0,25$	$3,6 \pm 0,04$ a	$3,3 \pm 0,04$ b
kgs destetados/100 kg oveja servida		$52,2$ b	$80,0$ a
		Únicos (n=18)	Mellizos (n=17)
Peso de carcasa (kg)	$11,1 \pm 1,99$	$12,6 \pm 0,30$ a	$9,6 \pm 0,31$ b
Rendimiento a faena (%)	$49,4 \pm 2,37$	$50,7 \pm 0,47$ a	$48,2 \pm 0,48$ b
Conformación “Prime” (% de corderos)	49	78 a	18 b
Espesor en 12^{da} costilla (“GR”; mm)	$5,1 \pm 2,27$	$6,3 \pm 0,41$ a	$3,9 \pm 0,42$ b
kgs de carcasa/100 kg de oveja servida		$24,4$ b	$37,2$ a

Letras diferentes en la misma fila (a,b) diferencias significativas ($P < 0,05$)

col., 2024), una gran respuesta y concentración de celos posterior a la última dosis de PG, y una buena respuesta a la alimentación “focalizada” con harina de soja por solo 6 días previo al servicio de IATF (Campos y col., 2024; Olivera-Muzante y col., 2025). En definitiva, se han logrado realizar dos servicios por oveja en el lapso de tan solo 21 días con buenos resultados de preñez y prolificidad, lo cual afianza esta propuesta de manejo reproductivo.

Respecto a la distribución de los partos se observa en la Figura 4 que la mayoría de ellos se generó por el servicio de IATF (72%), y que estos tuvieron una concentración importante acumulada en solo dos días (33% de ellos). En uno de esos días (8 de agosto) se registró un riesgo “crítico” de enfriamiento de corderos al nacimiento, tomando las medidas de recaudo ya mencionadas. El repaso se extendió por una semana y en solo 21 días ocurrió toda la parición. Esto está en sintonía con lo previamente propuesto, es decir, que las actividades se ex-



Figura 4. Distribución de los partos según servicio (n= 43; Año 2024)

Tabla 3. Resultados reproductivos en ovejas adultas (n= 44) e impacto en el peso vivo hasta el destete según tipo de nacimiento o crianza en la UDPO-Fvet-EEMAC (Año 2024, medias ± desvío estándar).

	Únicos (n=13)	Mellizos (n=50)	Trillizos (n=15)
Ovejas paridas (n= 43; %)	30	58	12
Peso al nacimiento (n= 78; kg)	4,8 ± 0,9 a	3,9 ± 0,54 b	3,2 ± 0,72 c
Sobrevivencia de corderos (%)	100 a	98 a	87 a
Destete (%)	100	196	261
	Únicos (n=14)	Mellizos (n=40)	Trillizos (n=9)
Peso al destete (110 días; n= 63*; kg)	29,5 ± 2,9 a	23,3 ± 4,3 b	20,3 ± 4,0 c
Ganancia nacimiento-destete (gr/día)	221 ± 26 a	175 ± 33 b	151 ± 29 c
kgs destetados/100 kg oveja servida	54,2 c	84,3 b	109,2 a

Letras diferentes en la misma fila (a,b,c) diferencias significativas (P< 0,05)

Las diferencias en el número de corderos se deben a sobrevivencia y a no considerar corderos que terminaron siendo criados como "guachos" por muerte accidental de madres

tiendan lo menos posible en el tiempo.

Los datos reproductivos y el PV al destete según tipo de nacimiento se presentan en la Tabla 3.

Debido al manejo descripto previamente se aprecian muy buenos resultados de destete en el año 2024 (Tabla 1 y 3), fruto de una elevada fertilidad (97,7%; 43/44), prolificidad (1,81; 78/43) y sobrevivencia de los corderos (96,1%; 75/78). Esto último también ocurrió en ovejas con partos dobles o triples donde la sobrevivencia no fue diferente a la de las únicas, a pesar de ser corderos más livianos al nacer, pero con valores de peso quizás por encima del crítico para esto. Se vuelve a observar que las ovejas con partos múltiples logran destetar casi el doble (melliceras) o más de dos veces y media de corderos (trilliceras) que las únicas. Sin embargo, solo el 33% de las corderas diente de leche de reposición se gestó y parió en su primer otoño de vida. Este resultado fue inferior al esperado. No todas las corderas alcanzaron el PV mínimo deseado, ni se determinó inicio de pubertad en ellas. Esto parece lograrse en esta raza incluso con menor PV y edad (Espinel y Romero, 2025). Mayor control de los factores que pueden incidir es necesario para incrementar resultados reproductivos en esta categoría (Kenyon y Corner, 2025).

Por otra parte, las ganancias diarias promedio hasta el destete en el año 2024 (182 gr) fueron algo menores al objetivo planteado inicialmente, y a las del año 2023 (245 gr). Claramente los corderos de nacimiento múltiple tuvieron además ganancias significativamente inferiores a los simples, y eso llevó a que el 20% del total de corde-

ros no llegara al peso objetivo mínimo planteado para el destete (21 kg). Una mejor ganancia y conversión de estos corderos es considerada una línea de trabajo a futuro. Sin embargo, las ovejas de parto múltiple destetaron en el conjunto de corderos producidos el 84% (melliceras) o el 109% (trilliceras) de su PV, siendo por tanto nuevamente más eficientes que las de parto único.

Por último, se realizó también una valoración física económica anual del sistema descripto durante el período 1/12/23 al 30/11/24. Se consideraron para ello valores de producción, diferencia de inventario, insumos y precios de comercialización reales (*Producción de carne de corderos/as mamones y recria de corderas diente de leche, 12,7 kg canal/cordero embarcado, U\$S 4,16/kg canal; Producción de lana 200 kg, 1,2 U\$S/kg; Renta de tierra U\$S 150/ha/año; Superficie de pastoreo ponderado de 6,5 ha; Sincronización del servicio 1,2 U\$S/oveja; Ecografía 0,6 U\$S/oveja; Esquila 2,5 U\$S/oveja, 200 kg; Suplementación de recria corderas (x120 días) 10,8 U\$S/cordera, pre servicio (x12 días) 3,0 U\$S/oveja, preparo (x15 días) 2,25 U\$S/oveja, alimentación diferencial cordero mamón (x60 días) 4,2 U\$S/cordero; Sanidad: 2,5 U\$S/oveja, 2,4 U\$S/cordera reposición, 1,12 U\$S/cordero mamón; Identificación y goma 0,40 U\$S/cordero*). La producción física alcanzó los 352 kg de carne/ha. Los resultados económicos en términos de Margen Bruto por cordero faenado fueron de 8 U\$S/animal cuando se considera el costo de la tierra y de 28 U\$S/animal cuando el recurso campo natural es propio. La composición de los costos atribuibles a los corderos fue de 10 U\$S (43%

por suplementación, 24% por campo natural, 19% los impuestos y 14% por sanidad y otros). Cuando se expresa el resultado para todo el sistema ovino este correspondió 306 U\$S/ha de Margen Bruto con campo arrendado y 465 U\$S/ha con campo propio. Con vistas a mejorar ingresos es llamativo en la composición de costos el valor porcentual del ítem “suplementación”. Esto nos lleva a replantear la posibilidad de explorar, para próximos ciclos productivos, otras fuentes de alimentación quizás más económicas y/o efectivas durante lactancia y recría (verdeos, mejoramientos permanentes). Por otra parte, los sistemas comerciales de baja escala pueden también explorar la comercialización de corderos bajo la figura de “faena predial acreditada” (decreto N° 218/024; MGAP, 2024), aumentando así sensiblemente los ingresos por animal (más de un 60% bajo los actuales supuestos de venta).

5 – Conclusiones y consideraciones finales

Como síntesis de toda la información presentada se puede decir que:

- Los “ajustes de manejo” implementados en la UDPO-Fvet-EEMAC permitieron generar elevados índices de fertilidad, prolificidad, buenos PV al nacimiento, alta sobrevivencia y destete en ovejas adultas, disminuyendo la duración de las actividades como ser servicios y parición, propiciando así el bienestar humano y animal. La categoría cordera diente de leche amerita mejor seguimiento para incrementar resultados.
- Las ganancias diarias en corderos fueron buenas y mantenidas, permitiendo entre los 80-110 días de edad el embarque como “mamones” según requisitos de industria para este producto y momento del año. Los resultados sin dudas pueden mejorar si se logra el acceso de ovejas y corderos a pasturas mejoradas durante la lactancia.
- Los corderos mellizos o trillizos presentaron menor PV en pie, menor ganancia diaria, y menor condición corporal que los simples. La alimentación diferencial o *creep feeding* mantuvo las ganancias diarias observadas previo a su implementación por lo cual se considera una tecnología a no discontinuar. La eficiencia en kg producidos al destete con relación al PV de las ovejas de parto múltiple fue mayor que en las ovejas de parto simple.
- Los corderos mellizos o trillizos presentaron menor peso de carcasa, menor rendimiento, peor conformación, y menor GR que los simples. Sin embargo, los kg de carcasa producidos por ovejas de parto

múltiple fueron mayores que en ovejas de parto simple.

- Un estricto seguimiento sanitario resulta clave para un manejo de precisión como el planteado. El pastoreo mixto es una de las herramientas para minimizar los efectos de las parasitosis gastrointestinales en estos sistemas.
- Los márgenes por cordero y por hectárea se consideran buenos para el periodo analizado, y pueden mejorar con alternativas más económicas y/o eficientes de alimentación en lactancia, alternativas genéticas (cruzamientos terminales), valor de venta de corderos, entre otros.

El desarrollo de esta Unidad nos ha permitido retomar y reforzar la docencia aplicada de grado y posgrado con estudiantes de Fvet y Fagro (cursos, practicantados, tesis de grado, posgrado) y CETP-UTU Agraria, los cuales se vincularon directamente a todo el proceso productivo. Se retoman también los clásicos cursos de Inseminación Artificial en Ovinos de Fvet en la EEMAC ofrecidos por Educación Permanente para público en general. Por otra parte, se han podido realizar dos jornadas para productores de la zona (los “Ejidos” de Paysandú), con presentación del sistema, resultados y transferencia de tecnologías empleadas (Olivera-Muzante y col., 2023, 2024). El universo de productores con ovinos de baja y mediana escala de nuestro país vuelve a mirar a la EEMAC como estación experimental generadora de conocimientos en el rubro ovino. Se ha logrado también desde un inicio, el vínculo a la propuesta de los técnicos zonales de instituciones como SUL e INIA. Finalmente podemos decir que se han lograron cumplir, a través de un manejo ajustado, los objetivos productivos planteados a corto plazo. Creemos que muchos de los manejos aquí presentados pueden ser aplicados con éxito también en predios de mediana escala productiva.

6 – Agradecimientos

A los funcionarios TAS de Fvet Ángel Colombino y Gisella García por su esmero en sacar adelante el trabajo de campo y de laboratorio. A los estudiantes de Orientado en Producción Animal Norte, Generación 2023 y 2024, y del Semestre 8 y Practicantado Ovino del nuevo Plan de Estudios 2021 por su colaboración y entusiasmo permanente.

7 – Referencias bibliográficas

- Azzarini M, 2004. *Potencial reproductivo de los ovinos*. Producción Ovina 16:5-17.
- Banchero G, Fernández ME, Ganzábal A, Vázquez A, Quintans G, 2006a. *Manejo genético y nutricional para*

aumentar la tasa melicera de nuestras majadas. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría:71-6.

Banchero G, Montossi F, Ganzábal A, 2006b. *Alimentación estratégica de corderos: La experiencia del INIA en la aplicación de las técnicas de alimentación preferencial de corderos en el Uruguay*. Serie técnica 156:30 pp.

Banchero G, Vásquez A, Restaino E, 2015. *Producción de corderos utilizando cruzas prolíficas*. Serie Actividades de Difusión N° 753. INIA "La Estanzuela".

Bianchi G, 2013. *Evaluación de la Raza Finnish Landrace utilizando ovejas Merino Australiano y carneros Poll Dorset*. FPTA 254:40 pp.

Bonino, J. 2004. *Incremento de los procreos ovinos*. XXXII Jornadas Uruguayas de Buiatría:38-45.

Campos L, Pons V, Antúnez G, Gil J., Olivera-Muzante J, 2024. *Respuesta estral y reproductiva en ovinos Merilin Plus® bajo un protocolo de sincronización en base a tres dosis de prostaglandina F2a y suplementación focalizada*. LI Jornadas Uruguayas de Buiatría:148-50.

De Barbieri I, Montossi F, Viñoles C, Kenyon P, 2017. *Time of shearing the ewe not only affects lamb live weight and survival at birth and weaning, but also ewe wool production and quality*. New Zealand Journal of Agricultural Research. DOI: 10.1080/00288233.2017.1388825.

De Barbieri I, Van Lier E, Olivera J, Fierro S, Marchelli JP, Leivas R, Mezquita L, Trujillo M, Aguerre J, Saravia C, Gonzalez G, De Brum F, Rodriguez F, Tiscornia G, 2025. *AlertaOvina: una nueva herramienta*. Producción animal. Revista INIA Uruguay 80:12-4. <https://inia.uy/sites/default/files/publications/2025-04/Revista-INIA-80-Marzo-2025-04.pdf>

DICOSE-SNIG, 2024. *Declaración Jurada de Existencias*. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos-datos-actualizados-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig-1>

DIEA, 2014. *Censo General Agropecuario 2011*. Disponible en: www.mgap.gub.uy/Diea.

DIEA, 2024. *Anuario Estadístico Agropecuario*. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/diea/anuario2024>

Espinel H, Romero C, 2025. *Inicio de pubertad, cíclicidad y tasa ovulatoria en corderas de razas Merilin y Merilin Plus® en su primer otoño de vida*. Facultad de Veterinaria, Udelar. Tesis de grado. 45 pp.

FAMACHA®. *Famacha anemia guide*. <https://www.google.com/search?q=famacha+anemia+guide&oq=fama&aqs=chrome.0.35i39j69i57j46i67j0i67j0i3j46i-433j0i10j0.4147j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>.

Fiel C, Nari A, 2021. *Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes*. Hemisferio

Sur. ISBN: 9789974674363. 752 pp.

Fierro S, Viñoles C, Olivera-Muzante J, 2017. *Long term prostaglandin based-protocols improve the reproductive performance after timed artificial insemination in sheep*. Theriogenology 90:109-13.

Fierro S, Olivera-Muzante J, 2017. *Long interval prostaglandin as an alternative to progesterone-eCG based protocols for timed AI in sheep*. Animal Reproduction Science 180:78-84.

Fierro S, 2022. *Manejo reproductivo de la majada: oportunidades para la profesión veterinaria*. XLIX Jornadas Uruguayas de Buiatría:69-81.

Gambetta A, 2016. *Desafíos del rubro ovino para el Siglo XXI*. Seminario Internacional de Producción Ovina. SUL 50 años. 1 y 2 de agosto. Montevideo, Uruguay. https://www.sul.org.uy/descargas/des/18.A.Gambetta_Desaf%C3%ADos_de_la_producci%C3%B3n_ovi-na_para_el_siglo_XXI.pdf

Gil J, Viñoles C, Olivera J, 2012. *Manejo de los carneros para incrementar el potencial reproductivo*. XL Jornadas Uruguayas de Buiatría:30-3.

Kenyon PR, Corner RA, 2025. *Hogget Performance. Unlocking the potential of hogget lambing*. Beef+Lamb New Zealand. 48 pp. <https://beeflambnz.com/knowledge-hub/PDF/hogget-performance.pdf>.

MGAP-OPIPA, 2018. *Encuesta Ganadera 2016*. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/encuesta_ganadera_2016_22012019.pdf

MGAP, 2024. *Decreto N° 218/024. Se reglamenta la habilitación de la faena artesanal predial con destino a autoconsumo o comercialización*. <https://www.gub.uy/presidencia/institucional/normativa/decreto-n-218024-se-reglamenta-habilitacion-faena-artesanal-predial-destino>.

Minteguiaga MA, Banchero G, Fierro S, Adrien ML, Olivera-Muzante J, 2022. *Impact of focus feeding on reproductive losses, prolificacy, or fecundity of estrous synchronized ewes*. Livestock Science:256 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104817>

Montossi F, De Barbieri I, Ciappesoni G, Ganzábal A, Banchero G, Luzardo S, San Julián R 2013a. *Intensification, diversification, and specialization to improve the competitiveness of sheep production systems under pastoral conditions: Uruguay's case*. Animal Frontiers 3:28-35. doi:10.2527/af.2013-0021.

Montossi F, Font-i-Furnols M, del Campo M, San Julián R, Brito G, Sañudo C, 2013b. *Producción Sostenible de carne ovina y las tendencias en las preferencias de los consumidores: compatibilidades, contradicciones y dilemas sin resolver*. En: Seminario de Actualización Técnica

nica: Producción de Carne Ovina de Calidad. Actividades de Difusión No. 719. 1-39. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4308/1/Ad-719.pdf>

Montossi F, 2016. *Producción Ovina en Uruguay: Una opción competitiva para productores*. Seminario Internacional de Producción Ovina. SUL 50 años. 1 y 2 de agosto. Montevideo, Uruguay. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104817>

Monzalvo C, García Pintos M, Gimeno D, Sanguinetti M, Lombardi A, Nadal A, Ciappesoni G, 2019. *MERILIN PLUS® El doble propósito: fino y prolífico. Un caso de mejoramiento genético participativo*. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12905/1/Revisa-INIA-56.-p.35-39.pdf>

Negrín F, Burutarán M, Minteguiaga M, Gil J, Fierro S, Olivera-Muzante J, 2024. *Evaluación reproductiva de un nuevo protocolo de inseminación artificial cervical a tiempo fijo basado en tres dosis de un análogo sintético de prostaglandina F2a*. XXVII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Libro de Resúmenes:398.

Olivera-Muzante J, Fierro S, Duran JM, Antognazza J, Sanchez S, Dutra F, Baldi F, Banchero G, 2022. Birth, colostrum, and vigour traits of lambs born from Corriedale ewes grazing native pastures supplemented during the peripartum period. Small Ruminant Research:216. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106795>

Olivera-Muzante J, Adrien L, Antúnez-Tort G, Oliveira G, Delpiazzo R, Ramos F, 2023. *1era Jornada de producción ovina de pequeña escala en la EEMAC*. Participan productores, técnicos de Fvet, Fagro, INIA, SUL, IMP y agremiaciones locales. Miércoles 6 de diciembre del 2023. EEMAC, Paysandú. <https://www.fvet.edu.uy/se-realizo-la-primer-jornada-de-produccion-ovina-de-pequena-escala-en-la-eemac/>

Olivera-Muzante J, Adrien L, Oliveira G, Oyanarte C, Fierro S, Ciappesoni G, Blumetto O, Ramos F, Nadal A, 2024. *2da Jornada de producción ovina de pequeña escala en la EEMAC*. Participan productores, técnicos de Fvet, Fagro, INIA, SUL, MGAP y agremiaciones locales. Miércoles 12 de diciembre del 2024. EEMAC, Paysandú. <https://www.fvet.edu.uy/resumen-de-la-ii-jornada-de-la-plataforma-ovina-de-fvet-en-la-eemac/>

Olivera-Muzante J, Gil J, Pons V, Minteguiaga M, Campo L, Adrien ML, 2025. *Focus feeding previous synchronized services improve reproductive performance in Merilin Plus® ewes under native grassland conditions*. 11º International Sheep Veterinary Congress. Wollongong, Nueva Gales del Sur, Australia. 27-31 de octubre de 2025.

Russel AJF, Doney JM, Gunn RG, 1969. *Subjective assessment of body fat in live sheep*. Journal Agricultural Science (Cambridge) 72:451-4.

NUEVAS RESPUESTAS A VIEJAS PREGUNTAS EN EL CONTROL FARMACOLÓGICO DE LA GARRAPATA

Gonzalo Suárez*

Profesor Titular de la Unidad de Farmacología y Terapéutica en el Departamento de Clínica y Hospital Veterinario de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República, Uruguay.

*Autor correspondencia: suarezveirano@gmail.com

1 – Resumen

El control de *Rhipicephalus microplus* se ha basado históricamente en el uso de acaricidas químicos. El uso prolongado e intensivo de estos agentes ha conducido al desarrollo de resistencia a los acaricidas en poblaciones de *R. microplus* reduciendo la eficacia en los esfuerzos de control. Esta creciente resistencia subraya la necesidad de una reevaluación crítica de las estrategias farmacológicas actuales y la exploración urgente de alternativas innovadoras y enfoques integrados para garantizar un control eficaz y sostenible de la garrapata. Las herramientas en farmacometrías, integran información sobre el comportamiento de la concentración del fármaco (farmacocinética - residuos) y el efecto farmacológico (farmacodinámica - eficacia), junto con los factores que determinan la progresión de la enfermedad y las covariables, ofrecen un enfoque valioso para optimizar el desarrollo y el uso de fármacos antiparasitarios. Estas herramientas pueden ayudar a optimizar las dosis, comprender la resistencia a los fármacos, predecir la eficacia en diferentes poblaciones animales, evaluar nuevas formulaciones y vías de administración y determinar los períodos de retirada de los residuos. Garantizar la correcta dosificación y posología de los acaricidas es vital para prevenir el desarrollo de resistencias. Se destaca la importancia de aplicar estrategias integradas y un uso responsable de los acaricidas para mitigar el desarrollo de resistencias y garantizar la eficacia a largo plazo de los métodos de control disponibles, así como la seguridad e inocuidad desde la perspectiva de “Una sola salud”.

PALABRAS CLAVES

Garrapatas; Farmacometría; Residuos; Eficacia; Dosis-Respuesta; Resistencia

2 – Summary

Rhipicephalus microplus control has historically been based on the use of chemical acaricides. Prolonged and intensive use of these agents has led to the development of acaricide resistance in *R. microplus* populations reducing the efficacy of control efforts. This increasing resistance underscores the need for a critical re-evaluation of

current pharmacological strategies and the urgent exploration of innovative alternatives and integrated approaches to ensure effective and sustainable tick control. Pharmacometric tools, integrating information on drug concentration behavior (pharmacokinetics - residues) and pharmacological effect (pharmacodynamics - efficacy), together with factors determining disease progression and covariates, offer a valuable approach to optimize the development and use of antiparasitic drugs. These tools can help optimize doses, understand drug resistance, predict efficacy in different animal populations, evaluate new formulations and routes of administration, and determine withdrawal periods for residues. Ensuring correct dosing and posology of acaricides is vital to prevent the development of resistance. The importance of applying integrated strategies and responsible use of acaricides to mitigate the development of resistance and ensure the long-term efficacy of available control methods, as well as safety and security from a “One Health” perspective is emphasized.

KEY WORDS

Ticks; Pharmacometric; Residue; Efficacy; Dose-Response; Resistence

3 – Introducción

Rhipicephalus microplus, comúnmente conocida como la garrapata del ganado, constituye un ectoparásito de significativa relevancia a nivel mundial, ocasionando pérdidas económicas considerables en la industria agropecuaria. Lima dos Santos *et al.* (2025) cita a diversos autores que estiman que los costos para distintos países ascienden a aproximadamente \$3.24 mil millones anuales en Brasil, 175 millones de dólares australianos por año en Australia, y 573 millones por año en México. Estas pérdidas se derivan tanto del daño directo causado por la infestación, como la pérdida de sangre y el deterioro de las pieles, como de los efectos indirectos que incluyen la disminución en la producción de leche y carne, así como la transmisión de enfermedades como la babesiosis y la anaplasmosis, o los costos asociados a los aspectos operativos (por ejemplo: recursos humanos, instalaciones, comercialización). La distribución de esta garrapata

abarca las regiones tropicales y subtropicales del planeta (Rodríguez-Vivas et al., 2018).

El ciclo de vida de *R. microplus* se distingue por su carácter de un solo hospedador, lo que implica que todas sus etapas parasitarias (larva, ninfa y adulto) se desarrollan en un único animal bovino. Además, presenta una fase de vida libre en el ambiente, durante la cual los huevos eclosionan en larvas que posteriormente buscan un hospedador en los pastos (Alonso Díaz & Fernández, 2022). La duración de la fase parasitaria se estima en aproximadamente 21 días (moda 23 días), aunque la totalidad del ciclo, incluyendo la fase libre, es sensible a las condiciones ambientales, especialmente la temperatura y la humedad (Cuore y Solari, 2022). En el contexto de Uruguay, esta garrapata y las enfermedades que transmite representan una carga económica considerable para la producción ganadera, lo que ha llevado a la implementación de zonas geográficas diferenciadas para su control o erradicación (Cuore y Solari, 2022).

Históricamente, el control farmacológico, basado principalmente en la aplicación de acaricidas químicos, ha constituido la herramienta fundamental para el manejo de las infestaciones por *R. microplus*, debido a su capacidad para reducir de manera rápida y relativamente económica las poblaciones de garrapatas (Dos Santos et al., 2025). No obstante, el uso prolongado e intensivo de estos agentes químicos ha provocado, como consecuencia no deseada, el desarrollo de resistencia en las poblaciones de *R. microplus* a nivel global, lo que complica significativamente el manejo de las infestaciones y disminuye

la eficacia de los esfuerzos de control (Dos Santos et al., 2025). La creciente resistencia a los acaricidas, que se manifiesta incluso en las clases más recientes, subraya la necesidad de una reevaluación crítica de las estrategias farmacológicas actuales y la exploración urgente de alternativas innovadoras y enfoques integrados para asegurar un control eficaz y sostenible de la parasitosis, con el objetivo de ofrecer nuevas respuestas a viejas preguntas en el control farmacológico de *Rhipicephalus microplus* en bovinos.

4 – Desarrollo

4.1. Estrategias Actuales de Control Farmacológico de Acaricidas

En la Tabla 1 se presentan las estrategias actuales para el control químico (farmacológico) de la garrapata, junto con ejemplos de principios activos disponibles. La limitación más significativa de los acaricidas se manifiesta en la creciente prevalencia de resistencia, o más preocupante aún, la multirresistencia (más de dos principios activos) (Cuore et al., 2012), donde las poblaciones de garrapatas muestran una susceptibilidad reducida o una ineficacia frente a una o múltiples clases químicas.

4.2. Mecanismos de Resistencia a los Acaricidas en *Rhipicephalus microplus*

Los mecanismos de resistencia pueden incluir mutaciones en los sitios de acción del acaricida, aumento del metabolismo del acaricida y reducción de la penetración

Tabla 1: Clases de Acaricidas y Mecanismos de Acción (MGAP, 2025)

Clase de Acaricida	Mecanismo de Acción	Ejemplos
Organofosforados (OP)	Inhiben la acetilcolinesterasa, interfiriendo con la transmisión neuromuscular.	Clorpiriphos, Ethion
Piretroides Sintéticos (SP)	Actúan sobre los canales de sodio en el sistema nervioso, causando parálisis.	AlfaCipermetrina, Cipermetrina, Deltametrina, Flumetrina
Amidinas	Afectan los receptores de octopamina en el sistema nervioso, causando sobreestimulación y parálisis.	Amitraz
Lactonas Macroscíclicas (LM)	Interfieren con los canales de cloro regulados por glutamato en el sistema nervioso.	Ivermectina, Doramectina, Moxidectina, Eprinomectina, Abamectina
Fenilpirazolonas	Bloquean los canales de cloro en el sistema nervioso central, causando hiperexcitación.	Fipronil
Inhibidores del Desarrollo	Inhiben la síntesis de quitina, impidiendo el desarrollo y la muda de las garrapatas.	Fluazurón
Isoxazolinas	Inhiben los canales de cloro regulados por GABA en el sistema nervioso de los artrópodos.	Fluralaner

del acaricida (Obaid *et al.*, 2022). La insensibilidad del sitio diana constituye un mecanismo clave, en el cual se producen mutaciones genéticas en los genes que codifican las proteínas diana específicas de los acaricidas, como los canales de sodio para los piretroides, la acetil-colinesterasa para los organofosforados, los receptores de octopamina para el amitraz y los canales de cloro regulados por glutamato para las lactonas macrocíclicas. Estas mutaciones pueden modificar la estructura de la proteína diana, disminuyendo la capacidad del acaricida para unirse y ejercer su efecto tóxico. Otro mecanismo relevante es la desintoxicación metabólica, donde las garrapatas desarrollan sistemas enzimáticos mejorados que pueden descomponer los acaricidas en metabolitos menos tóxicos antes de que alcancen su sitio diana. Enzimas como las esterasas, las monooxigenasas del citocromo P450 y el glutatión S-transferasas desempeñan un papel crucial en este proceso. El aumento de la expresión o actividad de estas enzimas puede reducir significativamente la eficacia de varias clases de acaricidas. En algunos casos, la penetración reducida de los acaricidas a través de la cutícula de la garrapata también podría contribuir a la resistencia. Los cambios en la composición o el grosor de la cutícula podrían impedir la entrada del químico en el cuerpo de la garrapata. Todos estos mecanismos han sido desarrollados y conceptualizados por distintos autores y resumidos por Obaid *et al.* (2022) y Abbas *et al.* (2014).

Las estrategias para mitigar la resistencia a los acaricidas incluyen la rotación de diferentes clases de acaricidas, el uso de mezclas de acaricidas y la implementación de prácticas de Control Integrado de parásitos (CIP). Un fenómeno particularmente preocupante es la **multirresistencia**, donde las poblaciones de *R. microplus* desarrollan resistencia a múltiples clases de acaricidas, a menudo no relacionadas. Esto puede ocurrir a través de la acumulación de múltiples mecanismos de resistencia dentro de las garrapatas individuales (Obaid *et al.*, 2022). Estudios realizados en varios países, incluidos México, Colombia, Brasil, Argentina y Uruguay, han documentado altos niveles de resistencia en poblaciones de campo de *R. microplus* a una variedad de acaricidas de uso común. Estos estudios a menudo revelan variaciones regionales significativas en los perfiles de resistencia, incluso a nivel inter e intra predial (potreros), lo que identifica la importancia de la participación del veterinario a nivel de campo y la implementación de medidas de diagnóstico (Holdsworth *et al.*, 2021; FAO 2005) adecuadas (técnicas *in-vitro* [ej. Test de Inmersión de Adultos (AIT) y Test de Inmersión Larval (LIT)] e *in-vivo* [estudios eficacia] junto a un plan de control estratégico.

4.3. Implicancias directas en el uso de acaricidas

La resistencia a los acaricidas resulta en una disminución significativa de la eficacia de los tratamientos para el control de garrapatas. Esto frecuentemente conduce a un comportamiento operativo que lleva al aumento en la frecuencia de aplicación de acaricidas, así como modificaciones en la posología (uso de dosis más elevadas) o utilizaciones combinadas de activos sin un plan estratégico, en un esfuerzo por lograr un control adecuado de las garrapatas (Alcantara y Suárez, 2025). Estas intervenciones incrementadas generan costos adicionales para los productores ganaderos y aumentan el riesgo de residuos de acaricidas en la carne y la leche, lo cual podría comprometer la seguridad alimentaria. Además, el incremento en la infestación parasitaria de garrapatas eleva el riesgo de transmisión de enfermedades transmitidas por garrapatas, como la babesiosis y la anaplasmosis, lo que pone en mayor riesgo la salud y la productividad del ganado (Cuore y Solari, 2022). Otro aspecto relevante son los efectos sociales y emocionales que conlleva la problemática en productores y técnicos y la incertidumbre al momento de alcanzar una resolución al problema, conduciendo a una desconfianza generalizada por las herramientas de control.

Por otra parte, la eficacia de los tratamientos con acaricidas puede verse influenciada por una multitud de factores más allá de las propiedades inherentes del fármaco antiparasitario en sí. Estos incluyen los métodos de aplicación, las dosis administradas y las características del animal huésped, como la raza, la edad y el estado fisiológico (incluidos la gestación y la lactancia) (Nava *et al.*, 2019; Suarez *et al.*, 2021; Sarli *et al.*, 2024; Lifschitz *et al.*, 2024). Si bien, varios de los acaricidas presentan contraindicaciones específicas o indican requerir períodos de retiro ajustados para vacas preñadas o lactantes (MGAP, 2025), en la práctica pueden establecerse circunstancias en que exista modificaciones en el uso de los acaricidas que establezcan un riesgo para el animal, o que directa o indirectamente se establezca una precaución por el impacto ecotoxicológico (Bianchinotti, 2022) y la contaminación ambiental. Es fundamental comprender como se relacionan los aspectos fisiológicos del animal, así como las características farmacológicas de las formulaciones y los aspectos posológicos, para que den cumplimiento con los períodos de retiro recomendados y así evitar el riesgo de presencia de residuos de acaricidas en productos de origen animal (Lin *et al.*, 2016).

4.4. Nuevas herramientas para optimizar el uso de los antiparasitarios

La **farmacometría** es una ciencia que permite integrar la información sobre el comportamiento de las concentraciones de los fármacos en el animal (farmacocinética – residuos) y su efecto farmacológico (farmacodinámica - Eficacia), junto con los factores que determinan la progresión de las enfermedades (ej. Parasitos), incorporando a su vez covariables (ej.: categorías productiva, condición corporal, preñez/lactancia, coinfecciones, parámetros productivos) que nos permiten comprender con mayor precisión las respuestas que se presentan a nivel de campo en situaciones productivas. La herramienta conlleva un beneficio mayor en términos de eficacia, seguridad e inocuidad, ya que permite una aproximación a la interpretación de los fenómenos que ocurren, mediante modelos matemáticos y estadísticos (Lin et al., 2016). La farmacometría desempeña un papel crucial en la optimización del desarrollo y uso de los fármacos (Ahmad et al., 2016).

4.5. Aplicaciones de la Farmacometría en Antiparasitarios:

- **Optimización de la dosis y la posología:** Los modelos farmacocinéticos y farmacodinámicos son fundamentales para determinar la dosis óptima, la frecuencia de administración y la vía de administración necesarias para maximizar la eficacia contra los parásitos y minimizar los efectos secundarios en el huésped. Esto se logra mediante la simulación de escenarios posológicos que permiten optimizar los esquemas terapéuticos. Este enfoque, es particularmente crucial para asegurar que se mantengan concentraciones efectivas del fármaco a nivel del parásito y durante el tiempo necesario para erradicar la infestación. Un ejemplo de la aplicación de modelos de simulación posológica se observa tras la administración de Ivermectina al 3.15% en animales parasitados con garrapatas, lo que permite visualizar la relevancia del impacto de respetar las dosis e intervalos de dosificación (intervalos posológicos), así como la importancia de la dosificación completa de todos los animales para evitar el fenómeno de escape parasitológico (Suárez et al., 2025).

- **Comprensión de la resistencia a los fármacos:** La farmacometría puede ayudar a comprender cómo se desarrolla la resistencia a los antiparasitarios al analizar la relación entre la concentración del fármaco y la respuesta del parásito en poblaciones susceptibles y resistentes. Disponer de la información nos permitiría planificar estrategias terapéuticas que permitan mitigar el efecto resistencia, así como planificar una mejor estrategia de rotación de fármacos, así como la aplicabilidad de combinaciones o secuencias de aplicación. Suárez et al., (2024) demostró como diferentes escenarios de resistencia farmacológica determinan variaciones en la distribución de infestación parasitaria en el animal y el ambiente.

cas que permitan mitigar el efecto resistencia, así como planificar una mejor estrategia de rotación de fármacos, así como la aplicabilidad de combinaciones o secuencias de aplicación. Suárez et al., (2024) demostró como diferentes escenarios de resistencia farmacológica determinan variaciones en la distribución de infestación parasitaria en el animal y el ambiente.

- **Predicción de la eficacia en diferentes poblaciones de animales:** Los modelos farmacométricos pueden incorporar factores como la raza, la edad, el peso y el estado fisiológico del animal para predecir cómo las variables estudiadas podrían influir en la farmacocinética y la farmacodinámica de los antiparasitarios y en consecuencia en su eficacia. Disponer de dicha información, permitiría adaptar los regímenes de tratamiento a diferentes poblaciones de animales. Robaina et al. (2021) evaluaron la eficacia a corto, mediano y largo plazo para diferentes formulaciones que contenían Ivermectina y/o Flazuron, demostrando perfiles de eficacia diferenciales según la formulación aplicada. La variabilidad de la resistencia en poblaciones parasitarias en campo fue demostrada mediante estudios multicéntricos aplicando técnicas de diagnóstico in vitro (LIT) (Robaina et al., 2023; Caballero et al., 2024).

- **Evaluación de nuevas formulaciones y vías de administración:** Estudios farmacológicos permiten disponer de herramientas para comparar la biodisponibilidad (farmaco disponible) y el perfil de liberación de diferentes formulaciones de antiparasitarios (ej.: formulaciones de acción prolongada) y diferentes vías de administración (ej.: oral, inyectable, tópicas), así como patrones de aplicación tópica (Suárez et al., 2023). Esto facilita el desarrollo de nuevas formulaciones en sus etapas iniciales, permitiendo la elección de nuevas formulaciones candidatas (en desarrollo) y la comprensión en la elección de las vías de administración más eficaces y convenientes. Por otro lado, en el caso de formulaciones copia registradas, los estudios de bioequivalencia farmacocinética son esenciales, así como la utilidad de conducir estudios de bioequivalencia (Lainesse et al., 2012; Martínez et al., 2010).

- **Determinación de los períodos de retiro de residuos:** Los modelos farmacocinéticos son esenciales para determinar el tiempo que tardan los residuos de los antiparasitarios en eliminarse del cuerpo del animal a niveles seguros para el consumo humano. Esto es crucial para garantizar la seguridad alimentaria y cumplir con las regulaciones.

En resumen, la farmacometria es una herramienta valiosa en la lucha contra las infestaciones por *Rhipicephalus microplus*, ya que ayuda a optimizar el uso de los acaricidas existentes, comprender y mitigar la resistencia a los fármacos y desarrollar nuevas estrategias de control más eficaces y sostenibles. Para una comprensión más profunda del potencial de la herramienta, se examinan acciones comunes relacionadas con la aplicación de lactonas macrocíclicas, incluyendo formulaciones de acción prolongada (LA), Fluazurón y Fluralaner. Se destacan los conceptos de dosis óptima, vía de administración e intervalos de tratamiento necesarios para mantener concentraciones efectivas del fármaco durante un tiempo suficiente para lograr un control eficaz de la garrapata y minimizar el potencial desarrollo de resistencia. Además, se considera la influencia de la variabilidad individual entre animales (edad, estado nutricional) y los aspectos fisiológicos generados por la gestación y lactación de la vaca.

5 – Conclusiones

El Control Integrado de Parásitos (CIP) es una estrategia integral para controlar las infestaciones parasitarias (ej. garrapatas) que va más allá de la dependencia exclusiva de los antiparasitarios (ej.: acaricidas químicos). El CIP abarca una amplia gama de enfoques de control, incluido el **control químico** (uso juicioso y estratégico de acaricidas), el **control biológico** (uso de enemigos naturales de las garrapatas), el **control físico** (ej.: manejo del hábitat) y las **prácticas de manejo animal** (ej.: manejo del pastoreo, resistencia del huésped, productos naturales).

Los cambios más relevantes que podemos aportar desde una visión en la farmacología consistirían en reconocer las modificaciones en la respuesta parasitológica y el diagnóstico temprano de las resistencias emergentes, destacar los beneficios y el uso estratégico de las nuevas alternativas acaricidas (Fluralaner), así como proporcionar información actualizada sobre el uso racional de los acaricidas clásicos (Ivermectina y Fluazuron). La implementación de **tratamientos estratégicos** siempre debe estar basados en el monitoreo de las poblaciones de garrapatas y la aplicación racional de acaricidas, en lugar de aplicaciones profilácticas de rutina. (diagnóstico vs. uso empírico). Resulta esencial optimizar los regímenes de tratamiento y comprender las complejas interacciones entre los tratamientos garrapaticidas, el animal huésped y el parásito objetivo. Asegurar la **dosis correcta** y la **posología** para los acaricidas es vital para prevenir el desarrollo de resistencia. Todas las acciones documentan la importancia de implementar estrategias integradas (CIP) y en el uso responsable de acaricidas para mitigar

el desarrollo de resistencias y garantizar la eficacia a largo plazo de los métodos de control disponibles, así como la seguridad e inocuidad desde una visión de Una Sola Salud.

6 – Bibliografía

- Abbas, R. Z., Zaman, M. A., Colwell, D. D., Gillear, J., & Iqbal, Z. (2014). Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management: the state of play. *Veterinary Parasitology*, 203(1-2), 6–20.
- Ahmad, I., Huang, L., Hao, H., Sanders, P., & Yuan, Z. (2016). Application of PK/PD Modeling in Veterinary Field: Dose Optimization and Drug Resistance Prediction. *Bio-Med Research International*, 2016, 5465678.
- Alcántara, I., & Suárez, G. (2025). Assessing trends in ectoparasiticidal drugs used to control ticks and flies in farm animals: A four-year analysis reveal differences between epidemiological zones at country level in Uruguay. *Preventive Veterinary Medicine*, 235, 106412.
- Alonso Díaz, M., & Fernández Salas, A. (2022). *Rhipicephalus microplus: biología, control y resistencia* - FMVZ / UNAM.
- Bianchinotti, V. (2022). *Impacto ecológico del uso de Eprinomectina sobre el coleóptero coprófago : Onthophagus hircus (Coleopter: Scarabaeidae)* [Tesis de maestría, Pedeciba, UDELAR].
- Caballero J., Robaina D., & Suárez G. (2024). Syringe immersion test as a diagnostic tool for the acaricide sensitivity profile of Macrocytic lactones in field populations of *Rhipicephalus microplus* in Uruguay. Panvet 2024. XXVII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias “UNA SALUD: Una voz desde todas las áreas de la profesión”, Montevideo, Uruguay. <https://www.panvet2024.uy/>
- Castro-Janer, E., Rifran, L., González, P., Niell, C., Piaggio, J., Gil, A., & Schumaker, T. T. (2011). Determination of the susceptibility of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae) to ivermectin and fipronil by Larval Immersion Test (LIT) in Uruguay. *Veterinary Parasitology*, 178(1-2), 148–155.
- Cuore, U., Altuna, M., Cicero, L., Fernández, F., Lueno, L., Mendoza, R., Nari, A., Pérez Rama, R., Solari, M., & Trelles, A. (2012). Aplicación del tratamiento generacional de la garrapata en la erradicación de una población multirresistente de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* en Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*, 48(187), 1-9.
- Cuore U., y Solari A. (2022). *Manual práctico para el control de la garrapata común del ganado del ganado y enfermedades asociadas – CEV / MGAP*. https://descargas.mgap.gub.uy/Documentos%20compartidos/CEV_Manual_practico_para_el_control_de_la_garrapata_comun_del_ganado_y_enfermedades_asociadas.pdf

Dos Santos, L. A. L., Vazquez, V. C., Gainza, Y. A., Chagas, A. C. S., Torres, R. C., Felippelli, G., & Minho, A. P. (2025). Assessment of the potential of a laser-based device as a *Rhipicephalus microplus* motility inhibitor. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria = Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, 34(1), e019824.

FAO. (2005). *Module 1. Ticks: acaricide resistance: diagnosis, management and prevention*. <https://www.fao.org/animal-health/areas-of-work/livestock-tick-control/en>

Holdsworth, P., Rehbein, S., Jonsson, N. N., Peter, R., Vercruyse, J., & Fourie, J. (2021). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) second edition: Guideline for evaluating the efficacy of parasiticides against ectoparasites of ruminants. *Veterinary Parasitology*, 302, 109613.

Lainesse C. (2012). International veterinary bioequivalence guideline similarities and differences between Australia, Canada, Europe, Japan, New Zealand and the United States. *The AAPS Journal*, 14(4), 792–798.

Lifschitz, A., Nava, S., Miró, V., Canton, C., Alvarez, L., & Lanusse, C. (2024). Macrocytic lactones and ectoparasites control in livestock: Efficacy, drug resistance and therapeutic challenges. *International Journal for Parasitology. Drugs and Drug Resistance*, 26, 100559.

Lin, Z., Gehring, R., Mochel, J. P., Lavé, T., & Riviere, J. E. (2016). Mathematical modeling and simulation in animal health - Part II: principles, methods, applications, and value of physiologically based pharmacokinetic modeling in veterinary medicine and food safety assessment. *J Vet Pharmacol Ther.*, 39(5), 421-38.

Martinez, M. N., & Hunter, R. P. (2010). Current challenges facing the determination of product bioequivalence in veterinary medicine. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 33(5), 418–433.

MGAP. (2005). *Garrapaticidas aprobados para baños de inmersión, inyectables, por vertido (pour on)*. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/listado-garrapaticidas-0>

Nava, S., Rossner, M. V., Ballent, M., Mangold, A. J., Lanusse, C., & Lifschitz, A. (2019). Relationship between pharmacokinetics of ivermectin (3.15%) and its efficacy to control the infestation with the tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in cattle. *Veterinary Parasitology*, 268, 81–86.

Obaid, M. K., Islam, N., Alouffi, A., Khan, A. Z., da Silva Vaz, I., Jr, Tanaka, T., & Ali, A. (2022). Acaricides Resistance in Ticks: Selection, Diagnosis, Mechanisms, and Mitigation. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 12, 941831.

Robaina D., Caballero J., & Suárez G. (2023) Syringe immersion test as in vitro bioassay against *Rhipicephalus microplus*: Macrocytic lactones dose-response relationship. *Open Veterinary Journal*, 13(10):1259–1267.

Robaina, D., Alvariza, S., & Suárez, G. (2021). The-rapeutic equivalence of ivermectin 1% and two novel for-mulations combined of ivermectin 1% + fluazuron 12.5% for the control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in beef cattle from Uruguay. *Open Vet J. 2021 Jan-Mar*, 11(1):154-159

Rodríguez-Vivas, R. I., Jonsson, N. N., & Bhushan, C. (2018). Strategies for the control of *Rhipicephalus microplus* ticks in a world of conventional acaricide and macro-cyclic lactone resistance. *Parasitology Research*, 117(1), 3–29.

Rossner, M; Gómez V., Morel N. y Nava S. (2022). Evaluación de un esquema de control integrado de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en vacas preñadas y con cría en el noreste argentino. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 21,

Sarli, M., Miró, M. V., Rossner, M. V., Nava, S., & Lifschitz, A. (2022). Successive treatments with ivermectin (3.15%) to control the tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in cattle: Pharmacokinetic and efficacy assessment. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 13(1), 101848.

Suarez, G., Cuore U., Robaina D., & Troconiz I. (2025). Elucidating the Dose-Response of Ivermectin 3.15% on Tick Burden Using a PKPD Model. *Congress WAAVP 2025*, Curitiba, Brasil.

Suarez G. (2024). Applying pharmacometrics to veteri-nary clinical practice. Seminar: Pharmacometrics in Ve-tinary Medicine. V RedIF, Bogota, Colombia.

Suárez, G., Robaina, D., Muela, A., Tatiana, S., Puig-vert, F., Alvariza, S., & Pareja, L. (2021). Is the suckling period and application pattern relevant for fluazuron against tick infestation in cows and their suckling calves?. *BMC Veterinary Research*, 17(1), 375.

INSTRUMENTOS PARA EL CONTROL DE LA GARRAPATA COMÚN DEL BOVINO *RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS* FRENTE AL DESAFÍO DE LA RESISTENCIA Y DE LOS REQUERIMIENTOS SOBRE RESIDUOS

Santiago Nava

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela (INTA E.E.A. Rafaela), e Instituto de Investigación de la Cadena Láctea (IDICAL, INTA-CONICET), Ruta 34 km 227, CP 2300, Rafaela, Santa Fe, Argentina.
nava.santiago@inta.gob.ar

1 – Resumen

El control integrado de la garrapata común del bovino *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* implica la combinación en simultáneo de dos o más técnicas, de las cuales una de ellas no debiera ser química. Las tres principales técnicas, con eficacia comprobada, que en la práctica (considerando el contexto actual) pueden ser utilizadas en un control integrado de *R. microplus* en áreas subtropicales son: i) la aplicación de productos acaricidas químicos sintéticos de acuerdo a un diseño y estratégico y complementado por tratamientos tácticos; ii) la rotación y descanso de pasturas y pastizales; iii) la utilización de biotipos bovinos con resistencia natural a la infestación con garrapatas. En un contexto de multiresistencia y dónde la exigencia de limitar la presencia de residuos de drogas antiparasitarias en carne y leche es creciente, es clara la necesidad de hacer factible la implementación de métodos de control integrado con un monitoreo continuo del estatus de resistencia, e implementar planes de inmunización contra los hemoparásitos que *R. microplus* transmite se considera esencial para darle robustez y sustentabilidad al control integrado de este parásito.

2 – Summary

Integrated control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* involves the simultaneous combination of two or more techniques, one of which should not be chemical. The three main techniques, proven effective, that in practice (considering the current context) can be used for integrated control of *R. microplus* in subtropical areas are: i) the application of synthetic chemical acaricides according to a strategic design and complemented by tactical treatments; ii) rotation and pasture spelling; iii) the use of bovine biotypes with natural resistance to tick infestation. In a context of multi-resistance and where the demand to limit the presence of antiparasitic drug residues in meat and milk is growing, the need to make the implementation of integrated control methods with continuous monitoring of

the resistance status is clear, and implementing immunization plans against the hemoparasites that *R. microplus* transmits is considered essential to give robustness and sustainability to the integrated control of this parasite.

PALABRAS CLAVE: garrapatas, bovinos, control integrado, resistencia, residuos

3 – Introducción

La garrapata común del bovino *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* es el ectoparásito con mayor relevancia en el mundo para la producción pecuaria en áreas tropicales y sub-tropicales. El impacto de *R. microplus* sobre la producción ganadera implica pérdidas por cientos de millones de dólares debido a efectos deletéreos como la reducción en la ganancia de peso en bovinos en desarrollo y disminución en la producción de leche, daños en los cueros, mortalidad, morbilidad y transmisión de hemopárasitos causantes de la babesiosis y anaplasmosis bovina. El efecto de la infestación con garrapatas en bovinos y de las enfermedades transmitidas por la garrapata (babesiosis y anaplasmosis bovina) se puede desagregar en tres niveles diferentes: i) productor ganadero, sobre el que impactan directamente las pérdidas productivas y los costos asociados al control de las garrapatas y las enfermedades transmitidas por las mismas; ii) estados nacionales y provinciales, que determinan y regulan la aplicación de políticas públicas sanitarias referidas al control y erradicación de este parásito; iii) consumidores e industria alimenticia, debido a que la presencia de residuos de garrapaticidas químicos en carne y leche constituye un serio problema de salud pública, aplicable al primer caso, y de barreras para la comercialización, sobre todo en el mercado externo, para el segundo caso. El método de control más usado, y casi exclusivo en los establecimientos ganaderos, es la aplicación de garrapaticidas químicos sintéticos. Pero esta herramienta conlleva dos problemas, uno es el desarrollo de resistencia, y otro está asociado a las restricciones para el consumo de la carne o leche que imponen los períodos de carencia de

determinados principios activos, que pueden llegar a ser superiores a los 100 días. Además, muchos de ellos no están indicados para utilizarse en vacas lecheras. Ante este escenario, el principal desafío es implementar un control integrado *R. microplus* para potenciar la eficacia de los garrapaticidas químicos y brindarle sustentabilidad a su uso.

El control integrado de implica la combinación en simultáneo de dos o más técnicas, de las cuales una de ellas no debiera ser química. Las tres principales técnicas, con eficacia comprobada, que en la práctica (considerando el contexto actual) pueden ser utilizadas en un control integrado de *R. microplus* en áreas subtropicales son: i) la aplicación de productos acaricidas químicos sintéticos de acuerdo a un diseño y estratégico y complementado por tratamientos tácticos; ii) la rotación y descanso de pasturas y pastizales; iii) la utilización de biotipos bovinos con resistencia natural a la infestación con garrapatas. Asimismo, para incrementar la eficacia y asegurar la sustentabilidad de la instrumentación de estas técnicas, se deben efectuar de manera complementaria planes de prevención contra la babesiosis y anaplasmosis bovina, y un diagnóstico continuo del estatus de resistencia de las garrapatas a las distintas drogas usadas en las formulaciones comerciales acaricidas. Cabe aclarar que lo mencionado a continuación refiere al control de *R. microplus* entendido como las estrategias para mantener bajos niveles de infestación, pero no para la erradicación del parásito, lo cual implica un abordaje diferente que incluye esquemas de tratamientos supresivos, la delimitación de zonas de erradicación, áreas de cuarentena y fuerte vigilancia epidemiológica.

4 – Desarrollo

Los esquemas de control estratégico forman parte de un programa predeterminado de mediano y largo plazo, que pueden incorporarse a un plan sanitario anual de un predio ganadero, y consisten en concentrar un número mínimo de tratamientos en una determinada época del año afectando la evolución ulterior de la población de garrapatas en las pasturas. El primer tratamiento debe realizarse entre fines del invierno y principios de la primavera cuando se está desarrollando la primera generación de garrapatas (que en términos de abundancia es usualmente la menor), lo cual tendrá un impacto negativo relevante en la abundancia de las generaciones posteriores. Todos los compuestos acaricidas disponibles comercialmente pueden ser empleados para el control estratégico de *R. microplus* en tanto se respeten algunos principios rectores de este tipo de esquemas. Primero, es necesario respetar estrictos intervalos entre tratamientos, que

deben ser calculados de la siguiente manera: adicionar un rango de 7 a 12 días al poder residual absoluto del acaricida empleado; transcurridos esos días el nuevo tratamiento ya debe estar aplicado. Segundo, debe evitarse aplicar tratamientos sucesivos con drogas que tengan un mismo modo o sitio de acción, sobre todo si son de larga acción, con el objetivo de mantener un refugio de garrapatas no expuestas a los grupos químicos usados, y retrasar la aparición de eventos de resistencia. El tercer principio resalta la importancia de realizar un análisis de resistencia previo a la elección de las drogas a utilizar en cada tratamiento. Los tratamientos tácticos son aplicaciones puntuales de acaricidas a un grupo específico de bovinos cuando se supera un umbral de carga parasitaria, a menudo determinado subjetivamente. En determinadas ocasiones, sobre todo en zonas muy favorables para el desarrollo de *R. microplus* o en establecimientos donde predomina hacienda de razas británicas, se suelen requerir tratamientos tácticos adicionales como complemento a los tratamientos realizados dentro del plan estratégico. Contrariamente, en zonas de baja aptitud ecológica para *R. microplus* o en establecimientos ganaderos con razas bovinas altamente resistentes a las garrapatas, los tratamientos tácticos pueden ser suficientes para evitar altos desafíos con garrapatas.

Con respecto a los análisis de resistencia, el muestreo de garrapatas para realizar las pruebas *in vitro* debe ser lo más representativo posible, o sea, la muestra debe incluir el mayor número posible de teleoginas, y abarcar muestras de los distintos potreros y de distintas épocas del año, para capturar la variabilidad espacial y temporal que pueda surgir en los patrones resistencia. Las garrapatas presentes en cada potrero de un establecimiento deben considerarse como una subpoblación diferente. En el caso particular de los sistemas de pastoreo rotativo, la exposición a una droga o grupos de drogas de las garrapatas de un potrero en particular va a depender de los tratamientos que se apliquen sobre los bovinos desde el momento que ingresan a ese portero, pero es independiente del historial de tratamientos aplicados sobre el mismo grupo de bovinos cuándo estuvieron previamente en otros potreros. El diagnóstico certero del estatus de resistencia para cada grupo químico es un paso ineludible antes de avanzar con una propuesta de tratamientos químicos. Luego, a menos que el objetivo sea la erradicación o la limpieza de bovinos para el despacho desde una zona infestada hacia una zona declarada como libre de *R. microplus*, el objetivo de un esquema de control debería ser disminuir el número de garrapatas para evitar que impacte en la sanidad y el desempeño productivo de un rodeo bovino, pero evitando suprimir el universo de individuos susceptibles.

La incorporación de genética bovina con niveles significativamente altos de resistencia a la infestación por garrapatas constituye un instrumento fundamental para el control integrado de garrapatas. La resistencia genética a un parásito se define como la capacidad de un animal de limitar el desarrollo del parásito que trata de cumplir su ciclo biológico sobre él. La resistencia genética del hospedador además de afectar el número de garrapatas que se fijan sobre él (en el caso de *R. microplus* implica que una proporción mínima de las larvas que acceden a un bovino alcance el estadio adulto), tiene efecto diferencial sobre la duración de la fase de alimentación del parásito y por lo tanto sobre el peso de desprendimiento de las hembras ingurgitadas, lo que se traducirá en una menor descendencia e infestación de las pasturas. Las razas índicas (*Bos taurus indicus*) presentan mayor resistencia a la infestación por *R. microplus* que las razas taurinas (*Bos taurus taurus*), mientras que en las razas sintéticas (por ej. Braford y Brangus, entre otras) se han reportado diferentes grados de resistencia, esencialmente relacionados a la proporción del componente cebuino. La elección de un biotipo animal con mayor resistencia genética a la garrapata común del bovino favorece el control biológico de *R. microplus* y puede ser utilizado para darle mayor factibilidad y eficacia a los planes de control químico de garrapatas y a las estrategias de prevención y control de los agentes causales de la tristeza bovina. La predominancia de bovinos con alta proporción de sangre británica en una parte del área infestada con *R. microplus*, conspira contra la eficacia y sustentabilidad del control químico de garrapatas, y dificulta los planes de prevención de la tristeza bovina. La incorporación de genética bovina resistente en los rodeos es imprescindible para alcanzar un control adecuado y sustentable de las garrapatas y de las enfermedades asociadas a estas, y debe ser considerado seriamente con una de las herramientas a incluir en los programas de manejo integrado de *R. microplus*.

La implementación de un método de control de *R. microplus* que incluya el descanso y rotación de pasturas, se basa en la duración de la fase no parasitaria del ciclo. Este método tiene como objetivo disminuir los niveles de infestación con garrapatas en las pasturas mediante el uso diferido de las mismas. Las larvas necesitan encontrar a un bovino hospedador en un período dado de tiempo, de lo contrario morirán por inanición y/o deshidratación. Este período varía de acuerdo con la duración de la fase no parasitaria al momento de comenzar el descanso de un potrero, y depende de la época del año y de la región geográfica. La rotación de pasturas como estrategia para el control de la garrapata común del bovino permite minimizar el uso de acaricidas químicos y los consecuentes riesgos de aparición de resistencia a estas drogas.

Pero la subutilización de las pasturas como única estrategia de control, conspira contra su factibilidad porque acarrea un costo económico y una mayor complejidad en el manejo de los rodeos, los cuales constituyen una importante restricción al empleo eficaz y sustentable de esta herramienta. Sin embargo, en algunos establecimientos ganaderos se realizan clausuras de potreros con el objetivo de diferir forraje en pie o para el control de renovales. Los intervalos temporales de estas clausuras suelen ser menores a los tiempos mínimos mencionados anteriormente para suprimir la población de larvas. Pero dado que una importante proporción de las larvas presentes en un potrero mueren en lapsos de tiempo más cortos que los necesarios para el control absoluto es posible integrar de manera complementaria la descontaminación parcial ejercida mediante un descanso de pasturas de aproximadamente tres meses (no menos) con un número mínimo de tratamientos químicos. Los sistemas de pastoreo rotativos donde los períodos de descanso de cada parcela son menores a 80 días no son apropiados para controlar garrapatas, y si llevan una alta carga animal incluso pueden resultar contraproducentes, porque no solo tiene espacios temporales insuficientes para disminuir el número de garrapatas en fase de vida libre, sino que también incrementan la tasa de contacto parásito-hospedador, lo que potencialmente deviene en un aumento del nivel de infestación. También el uso de rastrojos para pastoreo directo es aplicable a este punto, porque esto implica el ingreso de bovinos en parcelas libres de garrapatas.

5 – Conclusión

En un contexto de multiresistencia y dónde la exigencia de limitar la presencia de residuos de drogas antiparasitarias en carne y leche es creciente, es clara la necesidad de hacer factible la implementación de métodos de control integrado que incluyan el uso estratégico y táctico de acaricidas químicos sintéticos basado en información previa sobre el estatus de resistencia en la población de garrapatas a tratar, la incorporación de la genética bovina como instrumento para el control de la garrapata; y el manejo de pasturas ajustado al control de garrapatas. Asimismo, implementar planes de inmunización contra los hemoparásitos que *R. microplus* transmite se considera esencial para darle robustez y sustentabilidad al control integrado de este parásito.

ESTRATEGIAS SUSTENTABLES PARA EL CONTROL DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES Y MANEJO DE LA RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA EN RUMIANTES

*Leonor Sicalo Ganechini**

Department of Infectious Diseases, College of Veterinary Medicine, University of Georgia. Athens, Georgia, United States of America.
*sicalo.leonor@uga.edu

1 – Resumen

Los nematodos gastrointestinales representan un desafío crítico para la producción bovina, agravado por el incremento global de resistencia antihelmíntica que compromete la eficacia de los tratamientos químicos. Este trabajo analiza la adaptación al ganado bovino de principios de manejo sustentable desarrollados en pequeños rumiantes, enfatizando la preservación de poblaciones parasitarias susceptibles como mecanismo clave para enlentecer el desarrollo de resistencia y mantener la eficacia terapéutica. La evidencia científica disponible demuestra que, pese a las diferencias epidemiológicas entre especies, este enfoque constituye la alternativa más viable para garantizar la sustentabilidad del control parasitario. Su implementación efectiva requerirá ajustes específicos para sistemas bovinos, validación técnica en condiciones de campo y crucialmente el liderazgo de los veterinarios como agentes de cambio en la adopción de prácticas basadas en evidencia científica.

2 – Summary

Gastrointestinal nematodes pose a significant challenge to cattle production, further complicated by the global rise in anthelmintic resistance, which reduces the efficacy of conventional treatments. This proceedings paper discusses the adaptation of sustainable parasite control strategies, originally developed for small ruminants, to cattle production systems. A key focus is on preserving susceptible parasite populations with the primary aim of slowing the development of resistance and maintaining the efficacy of existing treatments. Current scientific evidence suggests that, despite species-specific variations in epidemiology, this approach offers the most promising pathway to sustainable parasite control. Successful implementation will require tailored adaptations for bovine systems, technical validation in field conditions, and, crucially, leadership from veterinarians as key drivers in the adoption of evidence-based practices.

PALABRAS CLAVES: Parásitos gastrointestinales, control parasitario sustentable, resistencia antihelmíntica, refugio, bovinos.

3 – Introducción

Los nematodos gastrointestinales (NGI) constituyen uno de los principales factores limitantes para la salud y productividad del ganado bovino y los pequeños rumiantes en sistemas de pastoreo (Gibbs, 1992; Sykes, 1994; Corwin, 1997; Sykes y Greer, 2003). En pequeños rumiantes, las recomendaciones basadas en evidencia científica son fundamentales para implementar programas de control parasitario sustentables. Sin embargo, en el caso del ganado bovino, la escasez de estudios a largo plazo, debido a los altos costos y la complejidad logística, ha limitado la generación de evidencia comparable. Como resultado, muchas de las estrategias de control parasitario sustentable en bovinos se extrapolan a partir de investigaciones realizadas en ovinos y caprinos. Esta aproximación se sustenta en que ambas especies pertenecen a la familia *Bovidae* y comparten similitudes biológicas, incluyendo la susceptibilidad a ciertos helmintos gastrointestinales. Sin embargo, aunque algunos parásitos presentan capacidad de infectar a ambos huéspedes (Toledo et al., 2019), la mayoría son especie-específicos y no exhiben transmisión cruzada. Pese a ello, estos parásitos guardan una estrecha relación filogenética y muestran ciclos de vida y dinámicas de interacción huésped-parásito similares.

No obstante, las prácticas de manejo difieren significativamente entre el ganado bovino y pequeños rumiantes, lo cual debe considerarse al diseñar programas de control parasitario. En la presentación se abordarán dos aspectos claves: (1) estrategias sustentables de control parasitario aplicables de manera universal a rumiantes, y (2) enfoques desarrollados para pequeños rumiantes que pueden adaptarse al ganado bovino, facilitando la implementación de prácticas que mejoren la sustentabilidad a largo plazo del control parasitario en bovinos.

4 – Desarrollo

En bovinos y pequeños rumiantes, las especies de NGI con mayor impacto patogénico se localizan predominantemente en el abomaso e intestino, correspondiendo principalmente a la superfamilia *Strongyloidea* (Veglia, 1915; Fox, 1993; Stear et al., 2003; Charlier et al., 2020). Estos parásitos presentan un ciclo biológico directo (Fig. 1) caracterizado por:

- I Una fase endógena obligatoria en el hospedero, y
- II Estadios de vida libre que completan su desarrollo de huevo a larva 3 (L3; estadio infectivo) en las heces y el ambiente.

Su dinámica epidemiológica está fuertemente influenciada por factores climáticos, donde condiciones óptimas de humedad y temperatura favorecen la proliferación de estadios ambientales y consecuente aumento de cargas parasitarias en los animales (Stromberg, 1997; Vlassoff, 2001). Sin embargo, estos patrones varían significativamente entre regiones geo-climáticas, determinando distintas presiones de infección.

Durante décadas, el control parasitario en rumiantes se ha basado en el uso frecuente y/o estratégico de antihelmínticos, buscando maximizar la salud, productividad

y rentabilidad del ganado (Kaplan, 2020). Aunque este enfoque demostró inicialmente una alta eficacia, en la actualidad enfrentamos niveles crecientes de resistencia antihelmíntica en todas las clases de fármacos disponibles, afectando prácticamente a todos los parásitos de importancia económica en la producción bovina (Kaplan, 2004; Kaplan y Vidyashankar, 2012). Aunque en el ganado bovino, la resistencia antihelmíntica en NGI ha mostrado un desarrollo más lento comparado con los sectores de pequeños rumiantes y equinos, durante la última década se ha observado un incremento acelerado tanto en la prevalencia como en la distribución geográfica de esta problemática a nivel global (Waghorn et al., 2006; Ramos et al., 2016; Waghorn et al., 2016; Cristel et al., 2017; Rose Vineer et al., 2020; Sicalo Gianechini et al., 2025). Esta realidad obliga a la industria ganadera a:

- I Replantear radicalmente los esquemas de control parasitario
- II Recuperar el análisis crítico en la toma de decisiones
- III Implementar programas sostenibles que preserven la eficacia de los antihelmínticos

En la producción ovina, diversos enfoques innovadores han demostrado ser efectivos para enlentecer el

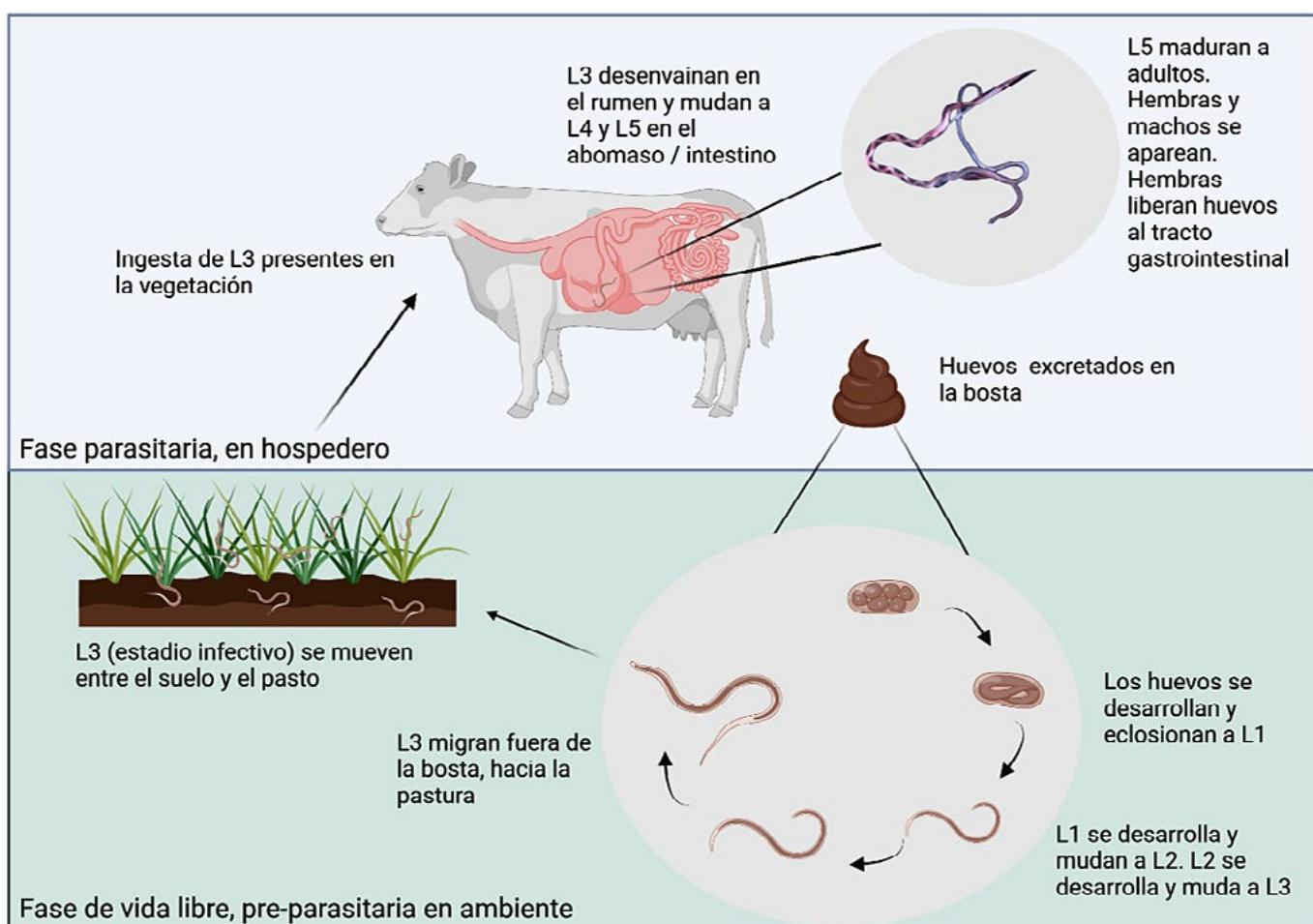


Figura 1. Ciclo de vida general de parásitos gastrointestinales. Creada con Biorender.com. L=larva.

desarrollo de resistencia y manejar NGI resistentes. El elemento común entre estas estrategias es la preservación de refugio combinada con la implementación de tratamientos de alta eficacia (Greer et al., 2020; Kaplan, 2020).

4.1. Principio básico de las estrategias basadas en refugio:

Estas estrategias consisten en administrar antihelmínticos únicamente a los animales que presentan manifestaciones clínicas o productivas como consecuencia de la parasitosis, es decir, aquellos que realmente se beneficiarán del tratamiento. De esta manera, se logra un control parasitario a nivel de rebaño / rodeo mientras se permite que una proporción de la población de parásitos escape a la presión de selección farmacológica (Van Wyk, 2001).

¿Qué es el refugio?

En el contexto de resistencia a los antihelmínticos, refugio se refiere a la fracción de la población parasitaria que no está expuesta a la presión de selección del fármaco (Van Wyk, 2001; Greer et al., 2020). Esto incluye:

- Parásitos presentes en animales no tratados o estadios no afectados por la droga.
- Estadios de vida libre que se encuentran en el ambiente (pasturas) al momento del tratamiento.

Al dejar parásitos en refugio se promueve:

- I. Dilución de alelos resistentes: Los parásitos en refugio mantienen un reservorio de alelos susceptibles, lo que diluye la proporción de parásitos resistentes que sobreviven al tratamiento.
- II. Al maximizar la eficacia del tratamiento (generalmente con combinación de dos o más clases de antihelmínticos), se potencia el efecto beneficioso del refugio, ya que se elimina la mayor cantidad posible de parásitos resistentes.
- III. Efecto de dilución maximizado: Cuanto menor sea el número de parásitos resistentes que sobreviven, mayor será el efecto de dilución ejercido por la población que se encuentra en refugio.

4.2. ¿Cómo aumentar la eficacia en un escenario de resistencia?

Dado que la resistencia reduce la eficacia de los antihelmínticos individuales, la única alternativa práctica para mejorar los resultados es el uso combinado de fármacos: dos o más antihelmínticos de diferentes clases químicas administrados simultáneamente (Geary et al., 2012). Este enfoque incrementa la probabilidad de eliminar parásitos resistentes y preservar la eficacia de los tratamientos disponibles.

A pesar de los beneficios a largo plazo, los programas que promueven el uso sostenible de antihelmínticos y la preservación de poblaciones susceptibles de nematodos rara vez son adoptados por los productores bovinos. Esta reticencia se debe, en parte, a la escasa practicidad de las recomendaciones actuales. Para lograr una implementación efectiva de prácticas sostenibles, será necesario desarrollar enfoques innovadores en el manejo parasitario (McArthur y Reinemeyer, 2014).

En contraste, el sector ovino ha demostrado mayor éxito en la adopción de estrategias sostenibles. Entre ellas destacan el sistema FAMACHA®, el Five Point Check®, el método Happy Factor™ y los tratamientos selectivos basados en la producción láctea, la condición corporal o el Dag score (suciedad fecal). Estas metodologías han probado ser efectivas en la reducción de la dependencia de antihelmínticos y en la preservación de refugio (Van Wyk y Bath, 2002; Bath y Van Wyk, 2009; Gallidis et al., 2009; Bentounsi et al., 2012; Walker et al., 2015; McBean et al., 2016).

Estas prácticas permiten:

- I. Identificación individualizada de animales que requieren tratamiento
- II. Reducción significativa en el uso de antihelmínticos
- III. Conservación de helmintos susceptibles en animales no tratados
- IV. Mejora en la sustentabilidad global del sistema

En bovinos, solo unas pocas estrategias basadas en refugio han sido investigadas, principalmente en Europa y Australasia (Höglund et al., 2009; McAnulty, 2011; Johan et al., 2013; O'Shaughnessy et al., 2014, 2015 a,b), con un único estudio realizado en EE. UU. (Kipp et al., 2023). Los criterios de tratamiento evaluados incluyeron:

- I. Administración de antihelmínticos a animales que no alcanzan tasas de crecimiento predeterminadas (McAnulty, 2011)
- II. Tratamiento efectuado cuando el rendimiento individual del ternero es inferior al promedio del 50% de menor desempeño en un grupo control que recibe tratamientos mensuales (Johan et al., 2013).
- III. Combinación de diagnóstico de larvas pulmonares (técnica de Baermann modificada), pepsinógeno plasmático (≥ 2 Utyr) y recuento fecal (≥ 200 hpg) (O'Shaughnessy et al., 2014, 2015a)
- IV. Umbrales combinados de pepsinógeno, recuento fecal y presencia de *Dictyocaulus viviparus* (O'Shaughnessy et al., 2015b)
- V. Dejar sin tratar al novillo con mayor recuento fecal por potrero (Kipp et al., 2023)

Aunque estos estudios proporcionan pruebas iniciales prometedoras sobre estrategias basadas en refugio en

bovinos, presentan limitaciones significativas que deben considerarse: ninguno de los estudios evaluó el estatus de resistencia mediante el Test de Reducción del Conteo de Huevos (TRCH), solo dos investigaciones utilizaron combinaciones de antihelmínticos (estrategia clave para maximizar eficacia), se emplearon intervalos prolongados entre pesajes que pueden afectar la detección oportuna de animales en necesidad de tratamiento, se basaron en grupos control con tratamiento supresivo (lo que limita la interpretación de resultados), y fundamentalmente, carecieron de pruebas prácticas que permitan su aplicación real en condiciones de campo, donde se requieren métodos rápidos y sencillos para la toma de decisiones de tratamiento. Estas limitaciones resaltan la necesidad de desarrollar protocolos más completos y prácticos para implementar estas estrategias en sistemas comerciales.

Al considerar las diferencias fundamentales entre bovinos y ovinos, es posible adaptar ciertas estrategias de control parasitario desarrolladas para pequeños rumiantes. Un ejemplo práctico es la exclusión de vacas adultas de los tratamientos antihelmínticos, estrategia particularmente beneficiosa para *Ostertagia*, ya que las vacas constituyen el principal reservorio de este parásito (Kaplan, 2020). Al tratar solamente los terneros mientras se mantienen las vacas sin tratar, se conserva una po-

blación refugia adecuada, enlenteciendo el desarrollo de resistencia. Esta aproximación, de sencilla implementación, muestra limitaciones significativas para otros parásitos como *Cooperia*, debido a los diferentes patrones de inmunidad y excreción de huevos entre categorías animales (Kaplan, 2020).

Otra estrategia viable es el no tratamiento selectivo, que consiste en dejar sin tratar entre el 10-30% del rodeo (Kaplan, 2020). A diferencia del tratamiento selectivo tradicional (TST), esta aproximación no requiere evaluaciones individuales complejas, sino que se basa en criterios prácticos como la condición corporal o el peso. Los animales de "mejor apariencia" o mayor peso son los ideales para dejar sin tratar, ya que su desempeño productivo probablemente no se verá afectado significativamente por la carga parasitaria (Kaplan, 2020). Esta estrategia puede ser aplicable tanto en animales en crecimiento como en vacas durante el periodo de peri-parto. La experiencia en ovinos proporciona evidencia contundente sobre los riesgos del tratamiento masivo, particularmente alrededor del parto, como acelerador dramático del desarrollo de resistencia. Sin embargo, el tratamiento en este momento puede ser beneficioso para aumentar la producción láctea para el ternero y un peso al destete mayor (Stromberg and Gasbarre, 2006). Aunque faltan estudios

Tabla 1. Estrategias para el control parasitario sustentable en bovinos

Estrategia	Detalle Técnico	Objetivo
Cuarentena de nuevos ingresos	Tratamiento con combinación de 2-3 clases de antihelmínticos antes de la integración al rodeo	Evitar la introducción de parásitos resistentes
"No Tratamiento" selectivo	Dejar sin tratar al 10-30% del rodeo (ajustar según eficacia farmacológica)	Mantener una población de parásitos en refugio para diluir genes de resistencia
Dosificación precisa	Usar peso real (báscula o cinta métrica); dosificar según el animal más pesado del grupo	Evitar subdosificación, que reduce la concentración efectiva del fármaco y promueve resistencia
Pruebas de eficacia (TRCH)	Realizar cada 2-3 años siguiendo protocolos actualizados (Kaplan et al., 2023)	Detectar resistencia y evaluar la eficacia de los fármacos para planificar tratamientos futuros
Combinación de antihelmínticos*	Usar fármacos de diferentes clases químicas para lograr alta eficacia >95%	Reducir la selección de parásitos resistentes y minimizar supervivientes al tratamiento
Evaluación de prácticas de alto riesgo	Por ejemplo: Evitar "tratar y mover"; retrasar rotación a pasturas nuevas post tratamiento	Prevenir la contaminación de pasturas nuevas o "limpias" con parásitos resistentes
Monitoreo productivo	Registrar ganancia de peso y conversión alimenticia	Detectar pérdidas subclínicas e ineficacia en el control parasitario
Manejo de contaminación ambiental	Priorización nutricional por categoría. Rotación de pasturas basada en riesgo (McFarland et al., 2022). Suplementación estratégica para grupos de alto riesgo	Reducir exposición a estadios infectivos, reducir número y frecuencia de tratamientos. Disminuir presión de selección farmacológica
Revisión anual del plan parasitario	Evaluación con veterinario / especialista	Adaptar estrategias según cambios epidemiológicos, eficacia de fármacos, objetivos

* Emplear esta estrategia únicamente cuando se garantice el mantenimiento de poblaciones parasitarias en refugio.

definitivos en bovinos, no hay motivos para suponer que estos principios básicos varíen significativamente entre especies. Los niveles actuales de resistencia exigen un cambio radical en el enfoque del control parasitológico.

4.3. Programa de control parasitario sustentable en ganado bovino

Un programa de control parasitario sustentable en bovinos debe tener como objetivo mantener un equilibrio entre niveles de infección y pérdidas productivas, evitando la búsqueda de la eliminación total de nematodos gastrointestinales.

Se busca:

- Eliminar cuadros clínicos
- Minimizar pérdidas subclínicas
- Preservar la eficacia de los antihelmínticos con estrategias basadas en refugio

Las siguientes estrategias (Tabla 1) se discutirán durante la exposición oral.

5 – Conclusiones

Los programas de control parasitario en bovinos deben adoptar urgentemente estrategias sustentables basadas en el manejo de refugio, siguiendo el éxito demostrado en pequeños rumiantes. Si bien la evidencia directa en bovinos sigue siendo limitada debido a los desafíos logísticos y económicos de los estudios a gran escala, los principios de preservación de poblaciones parasitarias susceptibles son universalmente aplicables.

La implementación práctica de estas estrategias ofrece una solución inmediata para reducir la presión de selección, mantener la eficacia de los antihelmínticos actuales y proteger la utilidad de futuras moléculas con eficacia antihelmíntica. En este contexto, **el veterinario desempeña un papel central** como asesor técnico, facilitando la transición hacia prácticas más sustentables y adaptadas a las condiciones locales. La sustentabilidad del control parasitario en bovinos dependerá de nuestra capacidad para integrar el conocimiento científico con la práctica diaria, promoviendo un enfoque preventivo y minimizando el uso indiscriminado de antihelmínticos.

6 – Agradecimientos

Agradezco especialmente al Dr. Kaplan por compartir su expertise en parasitología veterinaria. Muchas de las estrategias discutidas en este trabajo se inspiran en sus innovadoras investigaciones y experiencia sobre manejo de resistencia en bovinos.

7 – Bibliografía

Gran parte del contenido técnico presentado en esta publicación se basa en el capítulo: "Improving the effectiveness and sustainability of parasite control in cattle: applying lessons learned from sheep to forge a brighter future. Chapter 9, In: Miller et al., Management Practices for controlling nematode parasites of small ruminants. Authors: L. Sicalo Gianechini and Ray M. Kaplan. In press."

Bath, G. & Van Wyk, J. (2009). The Five Point Check© for targeted selective treatment of internal parasites in small ruminants. *Small Rumin Res*, 86, 6-13. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2009.09.009

Bentounsi, B., Meradi, S. & Cabaret, J. (2012). Towards finding effective indicators (diarrhoea and anaemia scores and weight gains) for the implementation of targeted selective treatment against the gastro-intestinal nematodes in lambs in a steppic environment. *Vet Parasitol*, 187, 275-9. DOI: 10.1016/j.vetpar.2011.12.024

Charlier, J., Höglund, J., Morgan, E. R., Geldhof, P., Vercruyse, J. et al. (2020). Biology and Epidemiology of Gastrointestinal Nematodes in Cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 36, 1-15. DOI: 10.1016/j.cvfa.2019.11.001

Corwin, R. M. (1997). Economics of gastrointestinal parasitism of cattle. *Vet Parasitol*, 72, 451-7; discussion 457-60. DOI: 10.1016/s0304-4017(97)00110-6

Cristel, S., Fiel, C., Anziani, O., Descarga, C., Cetrá, B. et al. (2017). Anthelmintic resistance in grazing beef cattle in central and northeastern areas of Argentina — An update. *Vet Parasitol Reg Stud Reports*, 9, 25-28. DOI: 10.1016/j.vprs.2017.04.003

Fox, M. T. (1993). Pathophysiology of infection with *Ostertagia ostertagi* in cattle. *Vet Parasitol*, 46, 143-158. DOI: 10.1016/0304-4017(93)90055-r

Gallidis, E., Papadopoulos, E., Ptochos, S. & Arsenos, G. (2009). The use of targeted selective treatments against gastrointestinal nematodes in milking sheep and goats in Greece based on parasitological and performance criteria. *Vet Parasitol*, 164, 53-8. DOI: 10.1016/j.vetpar.2009.04.011

Geary, T.G., Hosking, B.C., Skuce, P.J., von Samson-Himmelstjerna, G., Maeder, S. et al. (2012). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP) Guideline: Anthelmintic combination products targeting nematode infections of ruminants and horses. *Vet Parasitol*, 190, 306-316. DOI: 10.1016/j.vetpar.2012.09.004

- Gibbs, H. (1992). The effects of subclinical disease on bovine gastrointestinal nematodiasis. *Compendium on continuing education for the practicing veterinarian*, 14, 669-677
- Gianechini LS, Paras KL, George MM, Howell SB, Stoyrey B, Denwood MJ, Kaplan RM. Multiple-species resistance to avermectin anthelmintics on beef cattle farms in Georgia, USA. (2025). *Vet Parasitol.* Mar 1;336:110435. doi: 10.1016/j.vetpar.2025.110435.
- Greer, A. W., Van Wyk, J. A., Hamie, J. C., Byaruanga, C. & Kenyon, F. 2020. Refugia-Based Strategies for Parasite Control in Livestock. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 36, 31-43. DOI: 10.1016/j.cvfa.2019.11.003
- Höglund, J., Morrison, D. A., Charlier, J., Dimander, S. O. & Larsson, A. (2009). Assessing the feasibility of targeted selective treatments for gastrointestinal nematodes in first-season grazing cattle based on mid-season daily weight gains. *Vet Parasitol*, 164, 80-8. DOI: 10.1016/j.vetpar.2009.04.016
- Johan, H., Frida, D., Sofia, S. & Anna, H. (2013). Weight gain-based targeted selective treatments (TST) of gastrointestinal nematodes in first-season grazing cattle. *Vet Parasitol*, 196, 358-365. DOI: 10.1016/j.vetpar.2013.03.028
- Kaplan, R. M. (2020). Biology, Epidemiology, Diagnosis, and Management of Anthelmintic Resistance in Gastrointestinal Nematodes of Livestock. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 36, 17-30. DOI: 10.1016/j.cvfa.2019.12.001
- Kaplan, R. M. (2004). Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends Parasitol.*, 20, 477-481. DOI: 10.1016/j.pt.2004.08.001
- Kaplan, R. M. & Vidyashankar, A. N. (2012). An inconvenient truth: Global worming and anthelmintic resistance. *Vet Parasitol*, 186, 70-78. DOI: 10.1016/j.vetpar.2011.11.048
- Kaplan, R. M., Denwood, M. J., Nielsen, M. K., Thamsborg, S. M., Torgerson, P. R. et al. (2023). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guideline for diagnosing anthelmintic resistance using the faecal egg count reduction test in ruminants, horses and swine. *Vet Parasitol*, 318, 109936. DOI: 10.1016/j.vetpar.2023.109936
- Kipp, K., Cummings, D. B., Goehl, D., Wade, H. H., Davidson, J. M. et al. (2023). Evaluation of a refugia-based strategy for gastrointestinal nematodes on weight gain and fecal egg counts in naturally infected stocker calves administered combination anthelmintics. *Vet Parasitol*, 319, 109955. DOI: 10.1016/j.vetpar.2023.109955
- McAnulty R.W, Gibbs S. J., & Greer A.W. (2011). Livelweight gain of grazing dairy calves in their first season subjected to a targeted selective anthelmintic treatment (TST) regime. In: *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*., ed., 71, 301-303.
- McArthur, M. J. & Reinemeyer, C. R. (2014). Herding the U.S. cattle industry toward a paradigm shift in parasite control. *Vet Parasitol*, 204, 34-43. DOI: 10.1016/j.vetpar.2013.12.021
- McBean, D., Nath, M., Lambe, N., Morgan-Davies, C. & Kenyon, F. (2016). Viability of the Happy Factor™ targeted selective treatment approach on several sheep farms in Scotland. *Vet parasitol*, 218, 22-30. DOI: 10.1016/j.vetpar.2016.01.008
- McFarland, C., Rose Vineer, H., Chesney, L., Henry, N., Brown, C., Airs, P., Nicholson, C., Scollan, N., Lively, F., Kyriazakis, I., & Morgan, E. R. (2022). Tracking gastrointestinal nematode risk on cattle farms through pasture contamination mapping. *International journal for parasitology*, 52(10), 691–703. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2022.07.003>
- O'Shaughnessy, J., Earley, B., Mee, J. F., Doherty, M. L., Crosson, P. et al. (2014). Nematode control in spring-born suckler beef calves using targeted selective anthelmintic treatments. *Vet Parasitol*, 205, 150-7. DOI: 10.1016/j.vetpar.2014.07.009
- O'Shaughnessy, J., Earley, B., Mee, J. F., Doherty, M. L., Crosson, P. et al. (2015a). Controlling nematodes in dairy calves using targeted selective treatments. *Vet Parasitol*, 209, 221-8. DOI: 10.1016/j.vetpar.2015.02.024
- O'Shaughnessy, J., Earley, B., Mee, J. F., Doherty, M. L., Crosson, P. et al. (2015b). Nematode control in suckler beef cattle over their first two grazing seasons using a targeted selective treatment approach. *Ir Vet J*, 68, 13. DOI: 10.1186/s13620-015-0038-1
- Ramos, F., Portella, L. P., Rodrigues, F. S., Reginato, C. Z., Pötter, L. et al. (2016). Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of beef cattle in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist*, 6, 93-101. DOI: 10.1016/j.ijpddr.2016.02.002
- Rose Vineer, H., Morgan, E. R., Hertzberg, H., Bartley, D. J., Bosco, A. et al. (2020). Increasing importance of anthelmintic resistance in European livestock: creation and meta-analysis of an open database. *Parasite*, 27, 69. DOI: 10.1051/parasite/2020062
- Stear, M., Bishop, S., Henderson, N. & Scott, I. (2003). A key mechanism of pathogenesis in sheep infected with the nematode *Teladorsagia circumcincta*. *Anim Health Res Rev*, 4, 45-52. DOI: 10.1079/ahrr200351
- Stromberg BE. Environmental factors influencing transmission. (1997). *Vet Parasitol.* Nov;72(3-4):247-56; discussion 257-64. DOI: 10.1016/s0304-4017(97)00100-3.

Stromberg, B. E., & Gasbarre, L. C. (2006). Gastrointestinal nematode control programs with an emphasis on cattle. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 22(3), 543–565. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2006.08.003>

Sykes, A. R. (1994). Parasitism and production in farm animals. *Anim Prod*, 59, 155-172. DOI: 10.1017/S0003356100007649

Sykes, A. R. & Greer, A. W. (2003). Effects of parasitism on the nutrient economy of sheep: an overview. *Aust J Exp Agric*, 43, 1393-1398. DOI: 10.1071/EA02228

Toledo, M. G., Porcel, J. O., Peris, J. C. & Muñoz, M. T. G. (2019). *Atlas of Parasitic Diseases in Ruminants: A Diagnostic Tool for the Identification of Parasites and the Lesions They Cause*, Boehringer Ingelheim Vetmedica, Ingelheim am Rhein, Germany.

Van Wyk, J. A. (2001). Refugia-overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort J Vet Res*, 68(1):55-67.

Van Wyk, J. A. & Bath, G. F. (2002). The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Vet res*, 33, 509-529. DOI: 10.1051/vetres:2002036

Veglia, F. (1915). Anatomy and Life-History of the Haemonchus Contortus (Rud.). 3rd and 4th Rep. *Dir. Vet. Res., Union S. Afr.* 347-500.

Vlassoff, A., Leathwick, D. and Heath, A. (2001) 'The epidemiology of nematode infections of sheep', *New Zealand Veterinary Journal*, 49(6), pp. 213–221. doi: 10.1080/00480169.2001.36235.

Waghorn, T. S., Leathwick, D. M., Rhodes, A. P., Jackson, R., Pomroy, W. E. et al. (2006). Prevalence of anthelmintic resistance on 62 beef cattle farms in the North Island of New Zealand. *N Z Vet J*, 54, 278-82. DOI: 10.1080/00480169.2006.36711

Waghorn, T. S., Miller, C. M. & Leathwick, D. M. (2016). Confirmation of ivermectin resistance in *Ostertagia ostertagi* in cattle in New Zealand. *Vet Parasitol*, 229, 139-143. DOI: 10.1016/j.vetpar.2016.10.011

Walker, J. G., Ofithile, M., Tavolaro, F. M., Van Wyk, J. A., Evans, K. et al. (2015). Mixed methods evaluation of targeted selective anthelmintic treatment by resource-poor smallholder goat farmers in Botswana. *Vet Parasitol*, 214, 80-88. DOI: 10.1016/j.vetpar.2015.10.006

BLOQUEOS ANESTÉSICOS ABDOMINALES

Joaquín Ranz Vallejo

Filiación: Profesor en la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, Director Clínica Vet Rumen S. L, Expresidente y Vocal de ANEMBE.
Mail: jranz@ucm.es

En esta presentación se explican cómo realizar diferentes técnicas de bloqueo abdominal, explicando sus ventajas e inconvenientes.

PALABRAS CLAVES: anestesias de bloqueo, paravertebral, vacuno, lidocaína, procaína.

1 – Introducción y Desarrollo

1.1. Bloqueos anestésicos abdominales

Los bloqueos anestésicos son de gran utilidad en la clínica y cirugía del vacuno. Manejar un animal de gran tamaño y volumen, siempre es una dificultad. En el campo el veterinario trabaja solo, normalmente sin ayudantes o con ayudantes inexpertos que ante las reacciones de defensa del animal intentan todo solucionarlo con cuerdas y utensilios de inmovilización, normalmente ineficientes y muy traumáticos para el paciente.

Además, desde el plano estrictamente quirúrgico tendríamos otras ventajas con su uso:

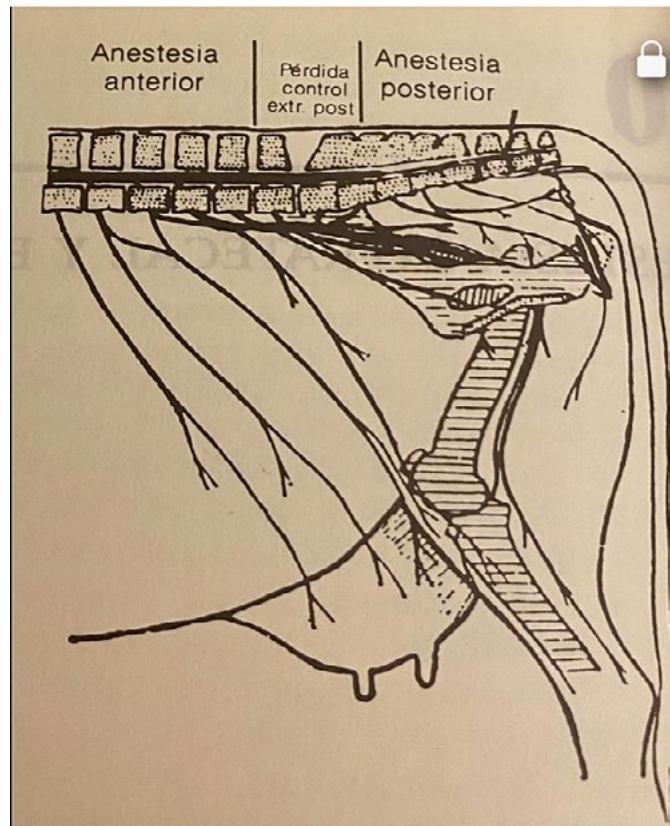


Figura 1. Representación esquemática de los nervios periféricos.

Utilidad - Beneficio

- Permite usar dosis menores de sedación y trabajar con el animal en estación (parado) y con analgesia
- Eliminan el dolor y se trabaja tranquilo durante 3 horas habitualmente
- Son fáciles de realizar
- Necesitan de material específico no costoso
- Conviene combinarlos con sedantes

Requisitos para su aplicación

- Buena contención (mejor aplicar antes la sedación)
- Preparación de los sitios de inyección (Rasurado y desinfección)
- Jeringas de 20 ml
- Agujas espinales rosas o agujas hipodérmicas

Inervación de la pared abdominal

Es necesario conocer el recorrido anatómico de los nervios periféricos para poder realizar su bloqueo, pues en su recorrido donde vamos a depositar la sustancia anestésica (Fig. 1).

Se realizan sobre los Nervios T13, L1, L2, L3

Es mejor utilizarlos combinados con una sedación previa del paciente.

Combinaciones de sedación:

1. Xilacina + Acepromazina
2. Xilacina + Butorfanol
3. Xilacina + Ketamina + Butorfanol

1. **Xilacina + Acepromazina:** es la que más uso. Me permite rebajar la dosis de xilacina y el riesgo de decúbito. Se pueden combinar en la misma jeringa 0.04mg/kg de AP + 0,4 mg/kg de Xilacina. Sedación mayor que la acetilpromazina sola. La Acetilpromazina reduce la ansiedad sin causar sedación excesiva.

Riesgo de hipotensión en animales con hipovolemia.

2. **Xilacina + Butorfanol:** Mas cara que la anterior. En procedimientos dolorosos, cirugías intestinales 0,02 mg/Kg de xilacina + 0,15 mg/kg butorfanol.

3. **Xilacina + Ketamina + Butorfanol:** También llamada k stund

Para 450 kg (5+10+20) i.m 5mg de butorfanol + 10mg

VOLVER AL INDICE

de xilacina + 20 mg ketamina. Es una buena combinación que nos permite trabajar con animales violentos, toro bravo en España sin derribo.

Dosificaciones y productos para realizar los bloqueos

Procaína, Lidocaína son los más utilizados, bupivacaína, mepivacaína, solos o combinados con adrenalina 1:200.000 que reduce la velocidad de absorción y prolonga el tiempo de actuación.

Lidocaína es la más rápida que procaína y con mejor difusión, funciona bien al 1%.

Procaína tiene un pH de 6, produce cambios de presión osmótica en los tejidos. Es la más económica. Su metabolito inhibe la acción de las sulfamidas, no combinarlas.

Bupivacaina es la más costosa, prolonga la acción x 4, bien tolerada por los tejidos.

Mepivacaína: acción parecida a la lidocaína, algo más acción analgésica.

Material necesario para aplicarlos

- Agujas espinales
- Agujas espinales desechables 14G, cono rosa
- Tener en cuenta que en el vacuno de carne pueden necesitarse agujas de 15 cm para llegar al sitio adecuado
- Agujas hipodérmicas

1.2. Tipos de bloqueos

Paravertebral Proximal:

- La técnica de elección
- Necesita de un aprendizaje
- Puede ser difícil de realizar en razas cárnicas, me-

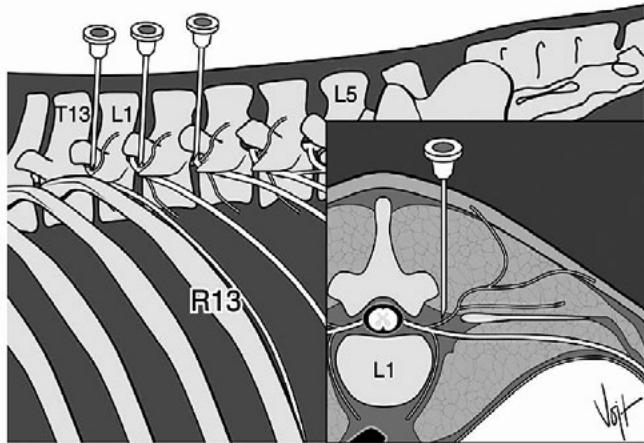


Figura 2. Representación de los nervios espinales y ubicación de la aguja en la anestesia paravertebral

jor con aguja más larga

- Bloquea las ramas dorsales y ventrales de los nervios espinales (Fig. 2)

Descripción de la técnica:

- Aguja en inclinación de 10 g hasta borde de apófisis trasversa
- En laparotomía T13, L1, L2
- En Cesárea L1, L2 y L4
- Clic en el ligamento inter-transversal
- Depositar debajo y también en la base de la apófisis transversa

Paravertebral Distal (Fig. 3):

- En razas cárnicas
- Mas fácil de ejecutar
- Se puede combinar con la proximal
- No hace falta L3
- No hacen falta agujas espinales

Comprobación y ventajas:

- Escoliosis moderada de la columna
- Hipertermia de la zona
- Ausencia de anestésico en los tejidos
- Muy buena analgesia y área amplia de insensibilización
- Acción rápida y duradera

Bloqueo por infiltración:

- Es la más sencilla e intuitiva
- Tiene Desventajas:
 - Volumen elevado causando, edema y hemorragia
 - Mayor riesgo de infección de la herida
 - Mala analgesia del peritoneo
 - Poca relajación muscular
 - Distorsión de las capas musculares

Bloqueo en L invertida:

Es una variante de la anterior, pero con menos pin-

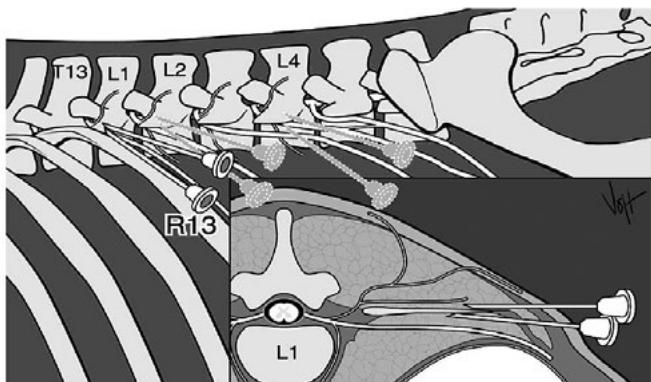


Figura 3. Representación de la anestesia paravertebral distal.

chazos en la zona de incisión.

Proceder como en el gráfico con solo dos pinchazos (Fig. 4).

1.3. Otras técnicas

- Epidural en dosificación alta
- Epidurales en lumbares
- Epidural con morfina

Epidural en dosificación alta:

Se inyectan volúmenes grandes de lidocaína sin adrenalina (100 cc-150 cc) que se van a expandir por el espacio epidural.

El animal caerá en decúbito con las extremidades posteriores y flanco insensibilizado.

Se puede emplear en Cesáreas en decúbito, intervenciones en la ubre y periné, línea media.

Evitar entrar en el espacio subaracnoidal para no producir depresión respiratoria.

La duración es de dos horas, en la recuperación e intentos de levantarse pueden estar las extremidades sin tono muscular suficiente y ser peligrosos para el animal.

Inyectar en epidural caudal no en lumbosacra:

- 10 ml/ 50 Kg
- 4-8 h de ataxia
- Campo Quirúrgico inmóvil

Epidural lumbar (Fig. 6):

- La más difícil de realizar

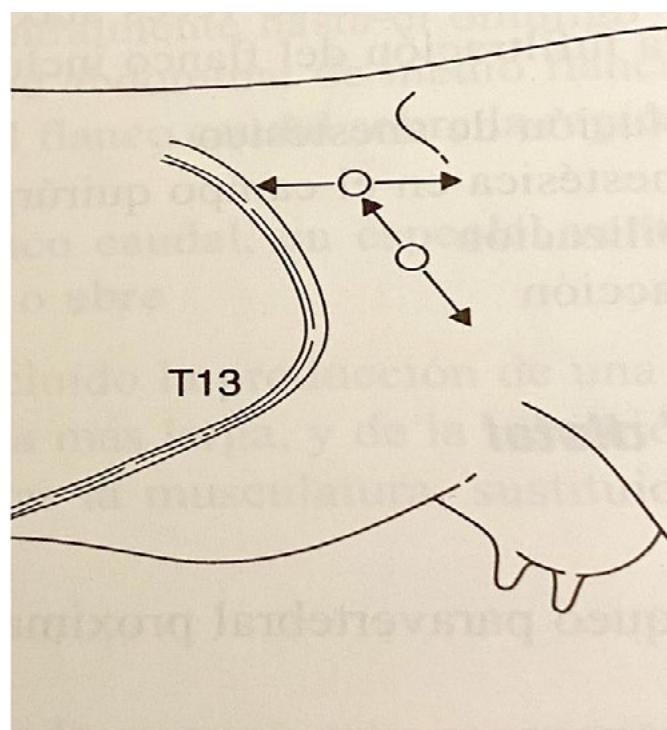


Figura 4. Representación de la anestesia en L invertida.

- Agujas largas especiales
- En algunas vacas por ausencia de cierre de forámenes intervertebrales el anestésico escurre al peritoneo.
- La presencia de grasa en la zona limita la absorción del anestésico.

Epidural con morfina

Es una variante de la epidural de dosis elevadas, pero con menos cantidad de anestésico local y permite mantener al animal en pie o en estación.

2 – Conclusiones

La cirugía abdominal es la más frecuente en el vacuno. Poder trabajar con el paciente en pie permite una ci-



Figura 5. Representación de una intervención quirúrgica con el uso de la anestesia epidural en dosificación alta.

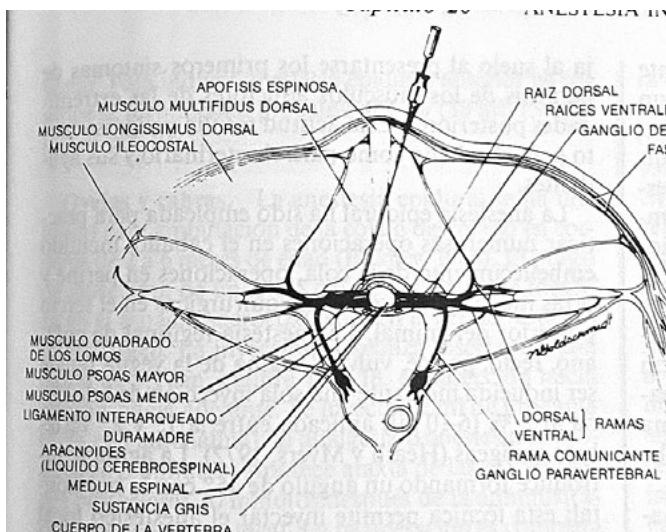


Figura 6. Representación de la anestesia epidural lumbar.

rugía mucho más limpia, la ausencia de ayudantes, muy importante hoy en día en los establos lecheros donde la mano de obra escasea, y trabajar sin necesidad de estar pendiente de compromisos respiratorios por timpanismo o por regurgitación que genera un vacuno en decúbito.

3 – Bibliografía

- BLAZE GLOWASKI (2004), *Veterinary Anesthesia Drug Quick Reference*. Elsevier Saunders.
- GAYNOR, J AMESS., WILLIAN W. MUIR III. (2002). *Handbook of veterinary pain management*, Mosby.
- FUBINI.L SUSAM, DUCHARME, NORM. (2005) *Farm animal Surgery 5*). Elsevier.
- JHONL. NOORDSY (1994). *Food Animal Surgery* (1994). Veterinary Learning Sistem.

COMPLICACIONES QUIRÚRGICAS EN LA CESÁREA E INCISIONES ABDOMINALES DEL VACUNO

Joaquín Ranz Vallejo

Filiación: Profesor Asociado a la Universidad Complutense de Madrid Facultad de Veterinaria, Director Clínica Vet Rumen s. L , Expresidente y Vocal de Anembe .
 Mail: jranz@ucm.es

Resumen:

En esta presentación abordaremos las complicaciones más comunes que se producen en las incisiones, así como las complicaciones en la cesárea. Estas técnicas son abordadas en numerosos textos y revistas científicas, pero lo que no es común es encontrar textos donde se describan las complicaciones, como resolverlas y con qué terapias

PALABRAS CLAVE: Complicaciones laparotomías, complicaciones de cesárea, vacuno, incisiones abdominales.

1 – Introducción

Antes de abordar las causas que provocan estas complicaciones, deberíamos pensar que muchas veces son producidas por una mala elección del sitio donde se va a realizar la cirugía, así como una mala elección del abordaje adecuado.

Puesto que las zonas a realizar las cirugías en vacuno no son quirófanos, ni siquiera algo que se le asemeje, debemos asegurarnos de que los sistemas de contención, las áreas de derribo, la iluminación y la ayuda pertinente, si es que es necesaria, son las adecuadas (Fig. 1). Así como los métodos de desinfección del campo y el material.



Figura 1. Cepo para la contención del bovino en pie.

A pesar de ello las complicaciones se producen, incluso de la mano de los cirujanos más experimentados y en esta presentación vamos a ver una descripción de las más habituales, así como las opciones terapéuticas que he realizado en estos 35 años de ejercicio profesional.

2 – Desarrollo

Complicaciones de la incisión:

- Infecciones bacterianas en el área de la incisión
- Reacciones inflamatorias y necróticas en la incisión
- Fistulas ventrales en las incisiones paramedianas
- Complicaciones por el uso de material de sutura inadecuado

2.1. Retroabsceso

Es una complicación, que todo cirujano que ha realizado muchas intervenciones abdominales ha tenido en alguna ocasión.

Se forman grandes cavidades que alojan fibrina y gran cantidad de contenido seroso hasta tal punto que se puede ver comprometido el tránsito por las zonas de ciego, colon y recto con mucha gravedad para el paciente.

La mejor opción terapéutica es quirúrgica y consiste en la marsupialización de toda la cavidad del retro absceso (Fig. 2). De forma que se genera un drenaje permanente,



Figura 2. Drenaje de un retroabsceso.

una reducción del tamaño que aporta una gran mejoría y un ambiente aeróbico que sirve como antisepsia de toda la cavidad del retroabdomen, que empieza poco a poco a reducir su tamaño de dentro a afuera hasta su curación.

2.2. Adherencias

Es otra de las complicaciones de la cirugía bovina. La vaca es un animal con una gran capacidad para producir fibrinógeno, este mecanismo en muchas ocasiones le sirve de defensa para encapsular infecciones y aislar cuerpos extraños como es el caso de la reticulitis traumática y algunas agresiones uterinas. Pero, en otros casos generan dificultades fisiológicas y de motilidad en los órganos afectados principalmente los órganos abdominales (Fig. 3).

Las opciones quirúrgicas para desprenderlas pasan por inundar la cavidad abdominal de abundante suero fisiológico de forma que la adherencia se ablanda y se puede eliminar siempre de forma roma con la mano de una manera más fácil. A veces son tan grandes que es imposible.

En otras ocasiones el intento de quitarlas solo nos va a llevar al fracaso o a una nueva recidiva, como es el caso de las vísceras donde van a permanecer estáticas en la misma zona donde se han retirado.

En el caso de la Cesárea el uso de una solución fisiológica con glicerina al 1% a mi me ha dado un gran resultado en la prevención de adherencias.

Hay que considerar que una vaca que produce adherencias después de una cesárea lo más probable es que quede estéril, con lo cual el trabajo no habrá sido exitoso al cien por cien, aunque hayamos salvado la vida de la vaca y el ternero.

2.3. Peritonitis

La otra gran complicación quirúrgica tanto en las lapa-



Figura 3. Adherencias intestinales.

rotomías como en las cesáreas es la peritonitis, sería la complicación más indeseable pues, aunque haya opciones terapéuticas que aquí vamos a presentar, nos puede llevar con facilidad al fracaso quirúrgico por muerte del animal o desmedro crónico.

La especial facilidad de la vaca para producir fibrina es una de las grandes dificultades para afrontar el drenaje quirúrgico como se realiza en otras especies.

Para ello les presento este artefacto de fabricación casera que con los videos que les proyectaré podrán ver cómo nos permite realizar un lavado quirúrgico del abdomen (Fig. 4).

Las peritonitis pueden ser generalizadas o circunscritas y en ese caso generalmente producen abscesos intraperitoneales que se pueden drenar en muchos casos.

Les presento algunos casos de drenaje externo y la opción de drenaje intraruminal que es una terapia espectacular para solucionar los casos de síndrome vaginal tipo 2.

Para los drenajes externos por la pared abdominal, hemos utilizado sondas, tipo Foley con globo en la punta, las utilizadas para sondaje en la anestesia general y trocares de tornillo. El éxito de estas intervenciones depende mucho de los cuidados de enfermería que se puedan realizar en la granja donde está el animal, pues una vez más los acúmulos de fibrina que dificultan el drenaje y las posibilidades de contaminación donde se ubica la sonda son muy elevadas.

Respecto a los métodos de diagnóstico, además de los hemogramas y la ecografía, el mejor método es la punción.



Figura 4. Dispositivo para en lavado quirúrgico del abdomen.



Figura 5. Hemorragia uterina.

Podremos evaluar con un refractómetro a pie de vaca y en el campo un diagnóstico diferencial frente a una asitis, que tipo de contenido existe purulento o exudado y obtener una muestra que nos valga para investigar qué tipo de terapia antibiótica sería la más adecuada.

2.4. Complicaciones específicas de la cesárea

Abordaremos todas las relacionadas con el cierre correcto del útero, su mala exteriorización como fuente de problemas y peritonitis, así como algo no habitual pero grave que es la hemorragia interna producida por corte de alguna arteria que irriga a algún cotiledón, que exige una nueva intervención urgente para evitar el desangrado del paciente (Fig. 5).

2.5. Otras complicaciones serían:

El enfisema subcutáneo en la zona del dorso del abdomen que se puede extender a la zona de la cavidad torácica y que es una complicación muy frecuente, pero de buen pronóstico.

El origen estaría en las posteriores contracciones o pujos del animal operado que provocan la salida al subcutáneo del pneumoperitoneo provocado durante la cirugía, con lo que su prevención se realizaría evitando la producción de esos pujos en las primeras horas con el uso de la anestesia epidural y analgésicos.

Otras complicaciones serían las agresiones involuntarias producidas en el rumen o intestinos por un mal planteamiento en la incisión o la presencia de un feto demasiado voluminoso.

Especial interés tiene la presencia de una torsión uterina y la necesidad de hacer cesárea por posterior insuficiente dilatación del cuello o por imposibilidad de resolverla. En este caso mi recomendación si es posible es relajar el útero médicaamente lo máximo posible y devolver por rotación el útero a su posición normal.



3 – Conclusiones

Toda la casuística descrita, así como las opciones terapéuticas, nos van a permitir dar solución en una segunda intención a los problemas que surgen de la dificultad de realizar estas cirugías abdominales en el campo.

Siempre sin un sitio estéril adecuado y sin ayudantes cualificados que apoyen tu trabajo, el veterinario va a ser el anestesista, el cirujano y el enfermero. Todo junto con un animal que a veces no colabora y se mueve e incluso cocea.

Los antibióticos nos ayudan en estos casos, pero las dosis elevadas, el precio, la resistencia y sus limitaciones de uso en Europa, nos hacen pensar que las opciones quirúrgicas de segunda opción son un buen método para solucionar estos problemas.

Esta ha sido mi intención al desarrollar esta presentación y espero que les sea de utilidad para su práctica diaria.

4 – Bibliografía

DEREK C KNOTTENBELT (2003). *Equine wound Management*. Elsevier Science

FUBINI.L SUSAM, DUCHARME,NORM.(2005) *Farm animal Surgery*, Elsevier

D.WEAVER,A STEINER,G ST JEAN (2005) *Bovine Surgery and Lameness*, 2^a ed. Blackwell Publishing

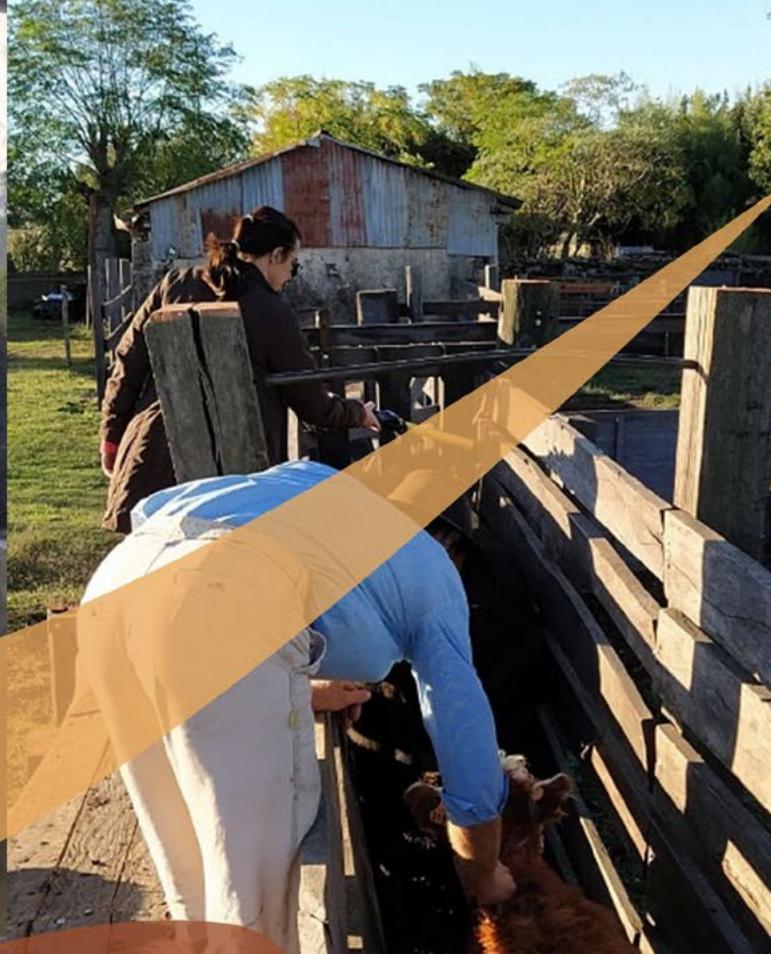
GARNERO O, PERUSIA O (2002) *Manual de Cirugías y anestesias en bovinos*. Editorial Imprenta San Cayetano.

ANDRE DESROCHERS,(2005). *Update in soft Tissue Surgery*, VClinics of NA Saunders Company

DAVID ANDERSON (2018). Comunicación personal.

RAYMOND R, STANLEY H(1996) *Veterinary Anatomy (The Ruminants)*, Gower Medical Publishing.

JOAQUIN RANZ VALLEJO jranz@ucm.es



Posters

[VOLVER AL INDICE](#)

INTOXICACIÓN HÍDRICA EN BOVINOS: DESCRIPCIÓN DE UN BROTE EN URUGUAY

Ana Corro*, Carmen García y Santos¹, Mariana Perdomo¹, Santiago Sosa¹, Agustín Romero², Valentina Cabrera², Valentina Diaz³, Magdalena Peralta³, Fernando Dutra²

1- Departamento de Patobiología, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. Ruta 8, Km 18. Montevideo.

*Autor de correspondencia: anaceciliacorreo@gmail.com

2- División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) Miguel C Rubino, Laboratorio Regional Este. Calle Avelino Miranda 2045, Dpto. Treinta y Tres.

3- Profesión liberal, Dpto. Flores.

RESUMEN

En noviembre de 2024, se diagnosticó un brote de intoxicación por agua (síndrome hipo-osmolar o hiponatremia dilucional) en un establecimiento ganadero ubicado en las costas del Río Yí, en el departamento de Flores, Uruguay. El evento afectó a un rodeo de 200 vacas, con una mortalidad total de 21 animales. Los terneros no presentaron signos clínicos. El brote ocurrió en un contexto de altas temperaturas, posterior a un encierro de 14 horas sin disponibilidad de agua ni alimento, realizado para facilitar las montas en respuesta a una alta manifestación de celos. Tras la liberación en un potrero con un tajamar de gran tamaño, se registró la muerte de 12 vacas en las primeras 72 horas, mientras que otras presentaban signos clínicos como ataxia, incoordinación, exoftalmia y distensión abdominal. En las siguientes 24 horas, se identificaron 10 animales con sintomatología neurológica y se reportaron 9 muertes adicionales. Los principales hallazgos macroscópicos incluyeron exoftalmia, hemorragias en las válvulas cardíacas, hidropericardio y abundante contenido acuoso en los preestómagos. El análisis histopatológico reveló edema perineuronal severo, edema de mielina y edema perivasculares con microvacuolización de la mielina en los espacios de Virchow-Robin. Estos hallazgos son compatibles con intoxicación por agua en bovinos.

SUMMARY

In November 2024, an outbreak of water intoxication (hypo-osmolar syndrome or dilutional hyponatremia) was diagnosed in a cattle farm located on the shores of the Yí River, in the department of Flores, Uruguay. The event affected a herd of 200 cows, with a total mortality of 21 animals. The calves showed no clinical signs. The outbreak occurred in a context of high temperatures, following a 14-hour confinement without water and feed availability, carried out to facilitate mating in response to a high manifestation of estrus. After release into a paddock with a large cut-off, 12 cows died in the first 72 hours, while others showed clinical signs such as ataxia, incoordination,

exophthalmia and abdominal distension. In the following 24 hours, 10 animals were identified with neurological symptomatology and 9 additional deaths were reported. The main macroscopic findings included exophthalmia, hemorrhages in the cardiac valves, hydropericardium, and abundant aqueous content in the prestomachs. Histopathologic analysis revealed severe perineuronal edema, myelin edema, and perivascular edema with microvacuolization of myelin in the Virchow-Robin spaces. These findings are compatible with water intoxication in cattle.

INTRODUCCIÓN

La intoxicación hídrica, también conocida como síndrome hipo-osmolar, hiponatremia dilucional, edema cerebral agudo o “water intoxication”, es una condición poco frecuente en animales de producción, pero de gran relevancia clínica debido a su rápida evolución y alta mortalidad. Se produce tras la ingestión excesiva de agua en animales severamente deshidratados, desencadenando un desequilibrio osmótico que afecta la homeostasis celular. Durante la deshidratación, la pérdida de agua y electrolitos, particularmente potasio, genera una concentración anómala de sodio en el líquido intracelular debido a la disfunción de la bomba sodio/potasio. La rehidratación brusca provoca una migración abrupta de sodio al espacio extracelular, resultando en lisis celular, edema cerebral (Rossanigo et al., 2011). Clínicamente, los animales afectados pueden presentar signos neurológicos como debilidad muscular, temblores, hiperestesia, ataxia, convulsiones tónicas y clónicas, y en casos graves, coma y muerte (Constable et al., 2016). Dada la naturaleza prevenible de esta intoxicación, es fundamental implementar medidas de manejo adecuadas, especialmente en situaciones de restricción hídrica prolongada, para evitar su ocurrencia.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Este reporte describe un brote de intoxicación por agua ocurrido en noviembre en un establecimiento ganadero ubicado en la 6^a seccional, paraje Cuchilla de Villasboas, en las costas del Río Yí en el departamento de Flores,

Uruguay. El brote afectó a un rodeo de 200 vacas paridas manejadas a campo natural. Se realizó un relevamiento de antecedentes, necropsias y estudios histopatológicos para confirmar el diagnóstico. Además, se efectuaron análisis de sangre e histopatología del sistema nervioso central. Tras permanecer sin disponibilidad de agua ni alimento desde el 20/11 a las 18:00 hasta el 21/11 a las 8:00 hs, los animales fueron liberados en un potrero con un tajamar de gran capacidad. El 24/11 se observaron 12 vacas muertas y varias enfermas con síntomas neurológicos como tambaleo, incoordinación, exoftalmia y además distensión abdominal (Fig. 1a). En los días siguientes, fallecieron otras 9 vacas para un total de 21 muertes. El brote coincidió con condiciones climáticas adversas, e índices de riesgo de estrés calórico elevados. Las necropsias realizadas por docentes de la Unidad Académica de Toxicología de la Facultad de Veterinaria y personal

del MGAP revelaron exoftalmia, hemorragias en válvulas cardíacas, hidropericardio y gran cantidad de agua en los preestómagos (Fig. 1b). En el examen neuropatológico realizado en el laboratorio de patología del DILAVE se observó edema cerebral severo (Fig. 2a) con surcos separados por leptomeninges hiperémicas y edematosas que parecían contener "burbujas de aire" en el espacio subaracnoidal (Fig. 2b). A nivel histopatológico, el tronco encefálico mostró edema perineuronal (Fig. 3a), espongiosis del neurópilo y la presencia de algunas neuronas picnóticas, edema de mielina particularmente evidente en el tálamo, los núcleos de la base y el mesencéfalo (Fig. 3b). El ionograma reveló hiponatremia leve (134 mmol/L) y marcada hipocloremia (77 mmol/L), con hipocalcemia leve (6,6 mg/dL). Se descartó la presencia de agentes tóxicos, infecciosos o parasitarios que pudieran provocar un cuadro clínico similar.



A

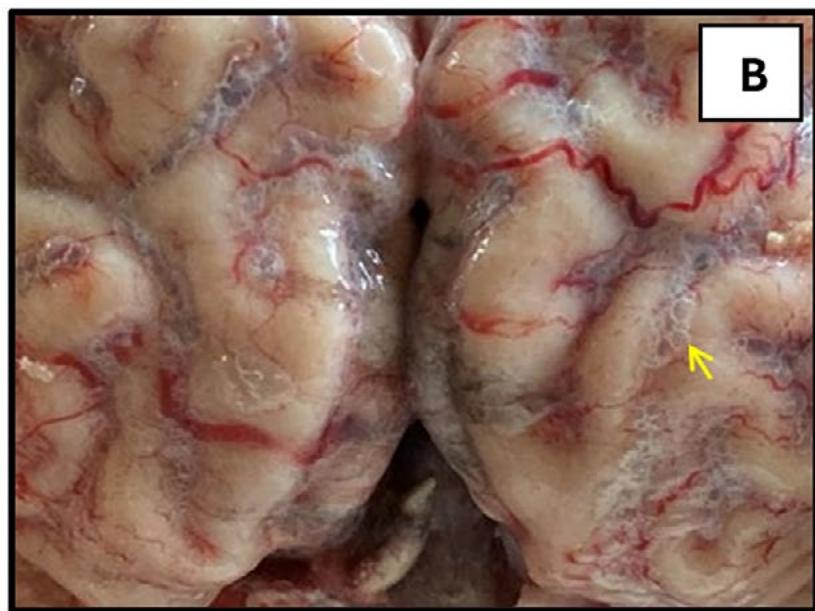


B

Figura 1. A. Animal en decúbito lateral con distensión abdominal. B. Obsérvese abundante cantidad de agua libre en el rumen.



A



B

Figura 2. A. Edema cerebral severo, nótese las circunvoluciones aplanadas y brillantes. B. Surcos separados por leptomeninges hiperémicas y edematosas que parecen contener burbujas de aire en el espacio subaracnoidal (flecha).

DISCUSIÓN

La intoxicación hídrica es un trastorno frecuente en el ganado en Uruguay, aunque existen pocos informes documentados. Datos del DILAVE indican la ocurrencia de varios brotes de esta condición en los últimos 25 años. Generalmente, los brotes surgen después del transporte, destete o encierro del ganado, especialmente en días calurosos, cuando los animales tienen acceso irrestricto a grandes cuerpos de agua como tajamares o lagunas. Los bovinos, debido a su comportamiento gregario, tienden a consumir grandes volúmenes de agua en grupo, lo que favorece la aparición del cuadro. Fisiológicamente, el sodio es fundamental para mantener el volumen del líquido extracelular y el equilibrio osmótico. El consumo excesivo de agua provoca una rápida disminución de la osmolaridad plasmática, resultando en hemodilución e hiponatremia. En condiciones normales, la osmolaridad del líquido cefalorraquídeo es ligeramente mayor que la del plasma, pero una reducción abrupta en la osmolaridad plasmática induce un desplazamiento de agua hacia el cerebro, ocasionando edema cerebral hipo-osmótico. En la hiponatremia, la disminución del sodio extracelular provoca un desequilibrio osmótico que favorece el ingreso de agua al interior celular, causando edema. En el cerebro, esta alteración genera edema cerebral, aunque no siempre afecta la barrera hematoencefálica (Shotaro y Yutaka, 2015). Como mecanismo de defensa, el cerebro inicialmente desplaza agua desde el parénquima cerebral hacia el líquido cefalorraquídeo, formando cavidades que simulan "burbujas", para luego eliminar el exceso de fluido a través de la circulación sistémica. Estas burbu-

jas también pueden ser producidas por pneumocefalía gaseosa o ser artefactos cuando la apertura del cráneo se realiza con golpes de hacha (Barros et al., 2006). Sin embargo, en este caso se realizó la apertura de cavidad craneana con una sierra de acero de dientes finos para evitar este artefacto. En terneros, se ha descrito la presencia de hemoglobinuria, un signo dependiente de los niveles iniciales de sodio, el grado de deshidratación y la velocidad de la hemodilución (Njoroge et al., 1999). El control de esta condición se basa en la restricción progresiva del acceso a grandes volúmenes de agua tras destetes, encierros o transporte, especialmente en días de altas temperaturas. Además, es fundamental concientiar a productores y técnicos sobre este problema, promoviendo prácticas de manejo adecuadas para prevenir futuros brotes.

CONCLUSIONES

Los hallazgos macroscópicos, histopatológicos y bioquímicos son compatibles con una encefalopatía hiponatremica asociada a intoxicación por agua. El rápido consumo de agua tras la restricción, sumado a condiciones climáticas adversas, favoreció el desarrollo del cuadro. Este caso destaca la importancia de un manejo adecuado del acceso al agua para prevenir este tipo de intoxicaciones en bovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros C.S.L., Drimeier D., Dutra I.S. & Lemos R.A.A. 2006. Exame macroscópico do sistema nervoso central, p.15-18. In: Ibid (Eds), Doenças do Sistema Nervoso de Bovinos no Brasil. Valée, Montes Claros.

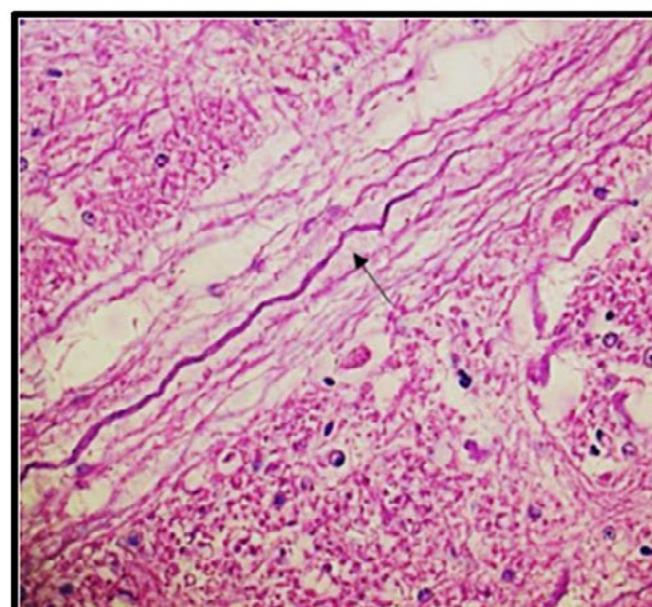
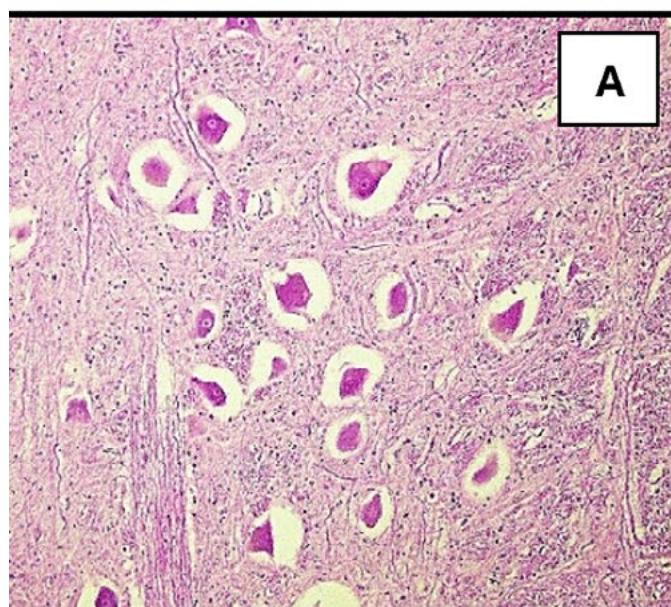


Figura 3. A. Edema perineuronal en el mesencéfalo. B. Edema de la mielina que separa los axones (flecha).

Constable, P. D., Hinchcliff, K.W., Done, S. H., Grunberg, W. (2016) Veterinary Medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats. Elsevier, 1, 113-116.

Njoroge, E. M., Maribei J. M., Mbugua, P. N., & Njiru, S. M. (1999). Water intoxication in cattle. Journal of the South African Veterinary Association 70(4): 177-179.

Rossanigo, C. E., Bengolea, A., & Sager, R. L. (2011). Patologías emergentes de la intensificación bovina en la región semiárida-subhúmeda del centro de la Argentina. In-formación técnica. EEA INTA San Luis, (179).

Shotaro, M. & Yutaka, K. (2015). Review Pathogenesis of Brain Edema and Investigation into Anti-Edema Drugs. Int. J. Mol. Sci. 16, 9949-9975.

ANÁLISIS DE BACTERIAS PATÓGENAS Y RESIDUOS DE ANTIMICROBIANOS EN LECHE DE DESCARTE BOVINA BAJO LAS CONDICIONES DE MANEJO DE LAS LECHERÍAS EN EL SUR DE CHILE

Fernando Ulloa¹, Martina Penati², Eduardo García³, Miguel Hernández-Agudelo¹, Carlos Tejeda¹, Pamela Steuer¹, María Filippa Addis², Armin Mella⁴, Nivia Canales⁴, Juan Pablo Soto⁵ and Miguel Salgado¹*

1- Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

*Autor de correspondencia: fernando.ulloa.o@gmail.com

2- Department of Veterinary Medicine and Animal Sciences, University of Milan, Lodi, Italy.

3- Clave Chile SpA, Puerto Varas, Chile.

4- Instituto de Bioquímica y Microbiología, Fac. de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

5- Prolesur Los Lagos, Los Lagos, Chile.

RESUMEN

La leche de descarte (LD), es leche no apta para la venta que frecuentemente contiene patógenos y residuos de antimicrobianos. A pesar de ello, comúnmente se utiliza para alimentar terneros. Este estudio caracterizó la calidad microbiológica y la presencia de residuos de antimicrobianos en la LD proveniente de 36 lecherías chilenas. Se detectaron altos recuentos bacterianos, *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP), *Salmonella* y *E. coli* productora de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE). Adicionalmente, más de la mitad de las muestras contenían residuos de antimicrobianos, predominantemente betalactámicos. Prácticas comunes, como la alimentación con LD sin tratar y el alojamiento colectivo, exacerbaban los riesgos. Estos hallazgos muestran el potencial de la LD para contribuir a la resistencia antimicrobiana, a enfermedades en los terneros y posiblemente a la transmisión de patógenos zoonóticos.

SUMMARY

Waste milk (WM), unsaleable milk often containing pathogens and antibiotic residues, is commonly fed to calves. This study characterized the WM microbiological quality and antimicrobial residues from 36 Chilean dairy farms. High bacterial counts, *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP), *Salmonella*, and extended-spectrum β -lactamase (ESBL)-producing *E. coli* were detected. Over half the samples contained antibiotic residues, predominantly beta-lactams. Common practices, like feeding untreated WM and collective housing, exacerbate risks. These findings show the potential for WM to contribute to antimicrobial resistance, calf disease, and possibly zoonotic pathogen transmission.

INTRODUCCIÓN

La nutrición óptima en la vida temprana es crucial para el desarrollo y la productividad futura de los terneros. Las presiones económicas a menudo llevan a los productores lecheros a utilizar leche de descarte (LD) en lugar de sustitutos lácteos o leche del tanque de frío (Ma et al., 2022). La LD incluye leche de vacas tratadas con antibióticos, con mastitis, leche con alto recuento de células somáticas (RCS) y leche de transición; su eliminación es obligatoria. Si bien la LD es nutritiva y rentable, alimentar con LD cruda plantea riesgos debido a la carga de patógenos y residuos de antibióticos, lo que podría aumentar la incidencia de enfermedades y la resistencia a los antimicrobianos en los terneros (Tempini et al., 2018). La LD puede transmitir patógenos como *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP), *Mycobacterium bovis*, *Salmonella* spp. Y *Mycoplasma* spp. Los estudios sobre los efectos de la LD en la salud de los terneros son inconsistentes; algunos no muestran un impacto negativo, mientras que otros reportan una mayor tasa de diarrea (Ma et al., 2022). La presencia de residuos de antimicrobianos, incluso a niveles bajos, puede alterar la microbiota intestinal del ternero (Penati et al., 2021) y proporcionar un ambiente selectivo que favorece el crecimiento de bacterias resistentes, incluyendo *E. coli* productora de BLEE (Ma et al., 2022). A nivel local, en la Región de Los Ríos, en el sur de Chile, más de la mitad de las lecherías utilizan LD sin tratar, ya sea por pasteurización o acidificación (Calderón-Amor & Gallo, 2020). Por ello, es que este estudio tuvo como objetivo caracterizar la calidad microbiológica y la presencia de residuos de antimicrobianos en LD de lecherías del sur de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal entre julio y septiembre de 2023 en 36 rebaños lecheros de una lista proporcionada por dos empresas lácteas. Se recolectaron 36 muestras (una por rebaño) de LD desde los contenedores a temperatura ambiente, refrigerados, o antes/después del tratamiento (pasteurización o acidificación), dependiendo de las condiciones en cada lechería. Las muestras se homogeneizaron y 500 mL se transportaron refrigerados (0-4°C) al laboratorio. Simultáneamente a la recolección de muestras, se realizó un cuestionario de 23 preguntas para la obtención de datos sobre prácticas de manejo, alojamiento de terneros, alimentación, protocolos de salud y bioseguridad.

Para el análisis microbiológico, se cuantificaron bacterias totales, coliformes totales, *Staphylococcus* y *Streptococcus* mediante diluciones seriadas y siembra en medios de cultivos específicos para cada grupo de acuerdo al protocolo descrito por Adkins et al. (2017). Además, se detectó la presencia de *Salmonella*, *Prototheca* y *Mycoplasma* spp. por cultivo y se detectó MAP y *M. bovis* viable mediante fago-qPCR. Se evaluó la presencia de *E. coli* productora de BLEE y *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (SARM) mediante siembra en medios selectivos y confirmación por PCR. También se detectaron residuos antimicrobianos con el test rápido SNAPduo ST Plus (Idexx Laboratories Inc., Westbrook, ME, USA). Los análisis estadísticos descriptivos se realizaron con el software R (R Core Team, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio de vacas en ordeña por predio fue de 394 (rango 14-1.880). La mayoría (83.3%) utilizaba sistemas de pastoreo, con pariciones biestacionales (47.2%) o estacionales (30.6%). Los predios se clasificaron en pequeños (<500.000 kg), medianos (500.000-1.500.000 kg) y grandes (>1.500.000 kg de leche/año). El RCS promedio del tanque fue de 279×10^3 células/mL. Los rebaños tenían un promedio de 114 terneros (rango 4-700). Dentro de las medidas de manejo, se detectaron diversas prácticas riesgosas, por ejemplo la mayoría (80.6%) no trataba la leche de descarte (LD) antes de alimentar a los terneros. El 77.8% usaba corrales colectivos y el 33% no separaba los terneros enfermos de los sanos. El diagnóstico de enfermedades lo realizaba principalmente el encargado de los terneros (44.4%). La administración de antimicrobianos también era realizada principalmente por el encargado (55.6%). La mayoría de las lecherías registraba compras y tratamientos con antimicrobianos (80.6%). Para infecciones respiratorias en terneros, se

usaban principalmente tetraciclinas (53%), fluoroquinolonas (39%) y florfenicol (23%). Para diarrea, sulfonamidas (69%), fluoroquinolonas (39%) y tetraciclinas (22%). Para mastitis clínica en vacas, se usaban cefalosporinas (64%), principalmente de tercera y cuarta generación.

Respecto a los análisis microbiológicos, el recuento bacteriano total promedio fue $7,63 \times 10^6$ UFC/mL. Los recuentos promedio de *Staphylococcus* fueron de 2.07×10^4 UFC/mL, de SSLO 3.90×10^5 UFC/mL y el recuento de coliformes totales de 2.18×10^4 UFC/mL.

Estas concentraciones de bacterias fueron mayores a las que se han descrito previamente en otros estudios desarrollados previamente en las condiciones productivas de California, Estados Unidos (Selim & Cullor, 1997; Tempini et al., 2018).

Se detectó *S. aureus* (33.3%), *Salmonella* spp. (2,8%) y MAP viable (11,1%). No se detectó *Mycoplasma* spp., *Prototheca* spp. *Mycobacterium bovis*, ni SARM. La presencia de MAP viable en LD muestra el alto riesgo de transmisión a terneros susceptibles, lo que puede perpetuar la enfermedad dentro de los rebaños lecheros (Steuer et al., 2015). Es importante destacar que dos de las muestras de LD positivas para MAP provenían de lecherías que utilizaban la acidificación como método de tratamiento. Si bien la acidificación puede reducir la carga bacteriana (Parker et al., 2016), MAP es altamente resistente a pH bajos y otros factores de estrés ambiental como la pasteurización, que solo inactiva parcialmente a MAP (Grant et al., 2005). Diversos estudios señalan que la acidificación puede disminuir considerablemente el recuento bacteriano total y la presencia de *Salmonella* y *Mycoplasma*, cuando se realiza en las condiciones apropiadas de tiempo y pH (Parker et al., 2016).

Se identificaron 16 aislamientos de *E. coli* BLEE en cinco muestras, en las cuales el gen asociado a BLEE más común fue *blaCTX-M*. Se detectaron residuos de antimicrobianos en el 55.6% de las muestras, principalmente betalactámicos, lo que expone a los terneros a concentraciones subterapéuticas de antimicrobianos, y favorece la selección y propagación de bacterias resistentes, entre ellas, *E. coli* productora de BLEE (Ma et al., 2022).

CONCLUSIÓN

Se encontraron residuos de antimicrobianos en una alta frecuencia y una alta contaminación bacteriana, en la cual destacan especies patógenas y *E. coli* productora de BLEE, en muestras de leche de descarte de rebaños lecheros en el sur de Chile. Estos hallazgos muestran los riesgos potenciales asociados con la práctica común de alimentar a los terneros con leche de descarte sin tratar, particularmente en relación con el desarrollo de resisten-

cia a los antimicrobianos y el potencial de transmisión de enfermedades zoonóticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adkins, P. R. F., Middleton, J. R., Fox, L. K., Pighetti, G., Petersson-Wolfe, C., & Council (U.S.), N. M. (2017). *Laboratory Handbook on Bovine Mastitis*. National Mastitis Council.
- Calderón-Amor, J., & Gallo, C. (2020). Dairy Calf Welfare and Factors Associated with Diarrhea and Respiratory Disease among Chilean Dairy Farms. *Animals*, 10(7), 1115.
- Grant, I. R., Williams, A. G., Rowe, M. T., & Muir, D. D. (2005). Efficacy of various pasteurization time-temperature conditions in combination with homogenization on inactivation of *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* in milk. *Applied and environmental microbiology*, 71(6), 2853–2861.
- Ma, Y., Khan, M. Z., Xiao, J., Alugongo, G. M., Chen, X., Li, S., Wang, Y., & Cao, Z. (2022). An Overview of Waste Milk Feeding Effect on Growth Performance, Metabolism, Antioxidant Status and Immunity of Dairy Calves. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 898295.
- Parker, A. M., House, J. K., Hazelton, M. S., Bosward, K. L., Mohler, V. L., Maunsell, F. P., & Sheehy, P. A. (2016). Milk acidification to control the growth of *Mycoplasma bovis* and *Salmonella Dublin* in contaminated milk. *Journal of Dairy Science*, 99(12), 9875–9884.
- Penati, M., Sala, G., Biscarini, F., Boccardo, A., Bronzo, V., Castiglioni, B., Cremonesi, P., Moroni, P., Pravettoni, D., & Addis, M. F. (2021). Feeding Pre-weaned Calves With Waste Milk Containing Antibiotic Residues Is Related to a Higher Incidence of Diarrhea and Alterations in the Fecal Microbiota. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 650150.
- Selim, S. A., & Cullor, J. S. (1997). Number of viable bacteria and presumptive antibiotic residues in milk fed to calves on commercial dairies. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 211(8), 1029–1035.
- Steuer, P., Raffo, E., Monti, G., & Salgado, M. A. (2015). Risk factors for *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) and *Mycobacterium bovis* coinfection at individual animal level in southern Chile cattle populations. *Tropical animal health and production*, 47(8), 1449–1455.
- Tempini, P. N., Aly, S. S., Karle, B. M., & Pereira, R. V. (2018). Multidrug residues and antimicrobial resistance patterns in waste milk from dairy farms in Central California. *Journal of Dairy Science*, 101(9), 8110–8122.
- Investigación financiada por Proyectos FONDECYT 1240730 y FIC21-23.

RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE UN PLAN DE CONTROL DE PIETÍN EN OVINOS SOBRE LA INCIDENCIA DE AFECCIONES PODALES Y LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS

Sergio Fierro^{1*}, Alfonso Gago², Martín Fraga³, José Ignacio Aguerre⁴, José Francisco Ramos⁴

1- Área de Investigación y Desarrollo. Secretariado Uruguayo de la Lana, Servando Gómez 2408, Montevideo. Uruguay.

*Autor de correspondencia: sfierro@sul.org.uy

2- Profesión liberal (Ing. Agr.) y productor, Tacuarembó, Uruguay.

3- Plataforma de Salud Animal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

4- Área de Transferencia de Tecnología. Secretariado Uruguayo de la Lana.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo demostrar la disminución de la incidencia de Pietín en particular y de las afecciones podales en general, así como del tiempo de atención de los ovinos, luego de la aplicación del plan de control y erradicación de Pietín del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL). El trabajo se realizó durante los años 2023 a 2025 en un establecimiento en Tacuarembó, con ovinos raza Corriedale y cruzas Merino Australiano. Se diagnosticó clínicamente Pietín y se confirmó la presencia de *Dichelobacter nodosus* por PCR. Se inspeccionó la majada tres veranos consecutivos y se mantuvo vigilancia epidemiológica durante el año. Al inicio y final del período se evaluaron las horas asociadas al manejo ovino de diciembre a marzo, a través de la técnica balance de trabajo. Se observó una disminución de casos de la enfermedad y de afecciones podales en general, no observándose lesiones compatibles con Pietín a la tercera inspección. Además, se redujo un total de 42 jornales la atención de rutina de los ovinos en el establecimiento.

SUMMARY

The aim of the study was to demonstrate a decrease in the incidence of Footrot and foot diseases in general, as well as in sheep care time, following the implementation of the SUL Footrot control and eradication plan. The study was conducted from 2023 to 2025 on a farm in Tacuarembó, with Corriedale and Australian Merino cross-bred sheep. Footrot was clinically diagnosed, and the presence of *Dichelobacter nodosus* was confirmed by PCR. The flock was inspected three consecutive summers, and epidemiological surveillance was maintained throughout the year. At the beginning and end of the period, sheep management hours from December to March were evaluated using the work balance technique. It was observed a decrease in cases of the disease and foot diseases in general, without Footrot lesions observed at the third

inspection. In addition, the workload involving with sheep was reduced by 42 routine work journals.

INTRODUCCIÓN

Las afecciones podales generan una reducción del potencial productivo y reproductivo de los ovinos (Mederos et al., 2002). La afección más importante en Uruguay es el Pietín, enfermedad infectocontagiosa bacteriana causada por *Dichelobacter nodosus* asociada a *Fusobacterium necrophorus*. Es una enfermedad de portadores que en condiciones ambientales favorables (calor y humedad) incrementa su incidencia, desarrollando diferentes grados de lesión (Bonino & Casaretto, 2012). Su presencia determina muchas veces el desestímulo con el rubro ovino, no solo porque la productividad se ve limitada, sino por el incremento de los gastos inherentes al tratamiento y en las horas de trabajo dedicadas a la atención de los ovinos afectados.

En nuestro país existe un plan de control y erradicación de Pietín promovido por el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), que permitiría disminuir la incidencia de la enfermedad (control) y eventualmente erradicarla (Castells et al., 1993), lo cual conllevaría a minimizar pérdidas productivas y los tiempos de atención del ovino. Sin embargo, se evidencia un bajo nivel de adopción por los productores y una baja participación de la profesión Veterinaria en su aplicación (Crescioni, 2025). El presente trabajo tuvo como objetivo demostrar la disminución de la incidencia de Pietín en particular y de las afecciones podales en general, así como de tiempo de atención de los ovinos, luego de la aplicación del plan de control y erradicación de Pietín SUL.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El trabajo fue realizado en el establecimiento "El Ombú" (Tacuarembó), en el marco del proyecto FPTA 360 "Sostenibilidad del rubro ovino en sistemas ganaderos mixtos" y del proyecto "Determinación de Serogrupos circulantes

de *Dichelobacter nodosus* en brotes de Foot-rot y diagnóstico de otros patógenos actuantes de afecciones podales en ovinos de Uruguay" (FSSA_1_2019_1_160053). El sistema de producción fue basado en pastoreo mixto de bovinos y ovinos, con una extensión de 2688 ha, 96% de campo natural de índice CONEAT promedio 91, con una dotación de 0,74 UG y una relación lanar/vacuno de 0,6, contando con tres personas para el trabajo de campo. El manejo realizado con los ovinos (raza Corriedale y cruzas Merino Australiano) fue el de encarnerada en otoño, esquila preparto y destete en verano, con manejo sanitario que no incluía un control de afecciones podales adecuado. El objetivo productivo con los ovinos era el aumento de la señalada y disminución del diámetro del lote de lana. Se identificó la necesidad de controlar problemas de afecciones podales con la miasis como principal complicación, que no solo impedían la mejora productiva, sino que generaba la incertidumbre de avanzar hacia biotipos de lana más fina por una posible mayor susceptibilidad a esos problemas.

Se procedió al diagnóstico clínico de Pietín y a la confirmación de la presencia de *Dichelobacter nodosus* a través de PCR según lo descrito por Crescionini (2025), donde se detectó la presencia de los serogrupos A, C y E. Se aplicó el plan de control y erradicación de Pietín SUL (Castells et al., 1993). El trabajo de inspección fue realizado por un técnico de SUL con experiencia en la temática, durante los veranos de los años 2023 a 2025 (Tabla 1). Se inspeccionaron las pezuñas de todos los ovinos y los animales fueron clasificados en: 1- sanos (sin lesiones): tratados poblacionalmente con pediluvios con sulfato de Zinc (10%, 10 min) o formol (5%, 5 min) y ubicados en campos previamente libres de ovinos por 15 días; 2- Tratamiento (lesiones compatibles con grados iniciales de Pietín 1 y 2; abscesos de dedo y otras afecciones leves): recibieron el mismo tratamiento mencio-

nado previamente pero con repetición al menos de tres veces en un período de dos semanas y con apoyo de antibióticos parenterales de larga acción; 3- Eliminación (lesiones compatibles con grados avanzados de Pietín 3 o mayor; animales con lesiones crónicas inespecíficas y/o afectadas con miasis): tratados con pediluvios para evitar miasis, aislados y retirados del establecimiento con destino a faena. Para el trabajo se contó con cuatro asistentes para la sujeción de las ovejas y en cada año la inspección conllevó una jornada de trabajo, realizándose los pediluvios el día posterior a la inspección. Se capacitó el personal para la vigilancia epidemiológica durante el año y se mantuvo contacto periódico para la atención de casos sospechosos. En el período solo ingresaron al establecimiento carneros sin lesiones compatibles con la enfermedad, habiendo sido tratados con pediluvios y antibióticos parenterales. Las precipitaciones acumuladas para los años 2022, 2023 y 2024 fueron de 1173, 1552, 1667 mm respectivamente (datos del establecimiento).

Como herramienta para cuantificar la carga laboral asociada al rubro ovino, se estimó el balance de trabajo (Dieguez et al., 2009). Las actividades de rutina (recorridas y cuidado de los ovinos), entre el 1^{ro} de diciembre y el 15 de marzo, comparando el inicio respecto al final de los años de ejecución del plan de control de la enfermedad, resultaron en 1003 (inicio) y 667 (final) horas de trabajo, correspondiendo a 125,4 y 83,4 jornadas de trabajo, respectivamente.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos demuestran la efectividad del plan de trabajo impulsado por SUL para disminuir la incidencia de Pietín en particular (Lorenzelli et al., 1992; Castells et al., 1993), y de las afecciones podales en general. Se constató una disminución de las lesiones clínicas compatibles con Pietín, conllevando al no hallaz-

Tabla 1: Resultados por categoría de la aplicación del plan de control y erradicación de Pietín SUL en establecimiento "El Ombú" (Tacuarembó).

Categoría	Verano 2023				Verano 2024				Verano 2025			
	Sano	Trat	Elim	Tot	Sano	Trat	Elim	Tot	Sano	Trat	Elim	Tot
Carneros	7 (29,2%)	0	17 (70,8%)	24	13 (54,2%)	9 (37,5%)	2 (8,3%)	24	10 (55,6%)	6 (33,3%)	2 (11,1%)	18
Ovejas	661 (84%)	0	126 (16%)	787	646 (87,2%)	70 (9,4%)	25 (3,4%)	741	688 (94%)	30 (4,1%)	14 (1,9%)	732
Borregos/as	341 (98,8%)	0	4 (1,2%)	345	299 (84,7%)	52 (14,7%)	2 (0,6%)	353	293 (98,7%)	0	4 (1,3%)	297
Corderos/as	599 (99,3%)	0	4 (0,7%)	603	692 (92,1%)	53 (7,1%)	6 (0,8%)	751	670 (99,7%)	2 (0,3%)	0	672
Total	1608 (91,4%)	0	151 (8,6%)	1759	1650 (88,3%)	184 ^a (9,8%)	35 ^b (1,9%)	1869	1661 (96,6%)	38 ^a (2,2%)	20 ^c (1,2%)	1719

Sano: animales sin lesiones. Trat: animales en tratamiento por lesiones grado 1 o 2 de Pietín u otras lesiones leves. Elim: animales eliminados por lesiones avanzadas y/o crónicas de Pietín y/o lesiones crónicas inespecíficas. a: Lesiones de abscesos de dedo y Dermatofilosis. b: muy pocas lesiones avanzadas de Pietín, principalmente miasis profundas por Dermatofilosis. c: sin lesiones compatibles con Pietín

go de estas al tercer año de inspección y de vigilancia epidemiológica. Sin embargo, otras afecciones podales tomaron relevancia asociadas a condiciones favorables de humedad y temperatura, como la Dermatophilosis con localización podal (diagnóstico clínico y terapéutico), así como lesiones traumáticas generadas por rosetas (*Eryngium nudicaule*) presentes en el campo, las cuales suelen complicarse con miasis. Finalmente, si bien la vigilancia debió mantenerse, es de destacar que el trabajo derivó en una reducción de 42 jornadas dedicadas a recorridas para el cuidado de los ovinos en el período evaluado, por el hecho de mantener el Pietín principalmente y otras afecciones podales bajo control, minimizando las miasis podales y permitiendo derivar esas jornadas a otros aspectos del sistema productivo.

CONCLUSIONES

La aplicación del plan de control y erradicación de Pietín SUL, permitió una disminución de casos de la enfermedad y de afecciones podales en general, no observándose lesiones compatibles con Pietín a la tercera inspección. Además, se redujo la cantidad de jornales necesarios para la atención de los ovinos en el establecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonino, J. & Casaretto, A. (2012). Principales patologías en los actuales sistemas de producción ovina del Uruguay. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *XL Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 19-29). <https://buiatriapaysandu.uy/img/publicaciones/buiatrica2012.pdf>
- Castells, D., Bonino, J., & Peñagaricano, J. (1993). Control y erradicación del Footrot ovino basado en períodos con sulfato de zinc y eliminación de portadores. *Producción Ovina*, 6, 69-76.
- Crescionini A. (2025). *Caracterización clínica de footrot en majadas del norte de Uruguay con brotes de la enfermedad y aspectos epidemiológicos relacionados*. [Tesis de Maestría, Facultad de Veterinaria, UDELAR].
- Diéguez, F., Saravia, A. & Duarte, E. (2009). El trabajo en las explotaciones ganaderas. En H. Morales, F. Diéguez (eds.), *Familias y Campo. Rescatando estrategias de adaptación* (pp. 49-62). Instituto Plan Agropecuario. https://planagropecuario.org.uy/uploads/libros/16_familias_y_campo.pdf
- Lorenzelli, E. & Hermann, P. (1990). Plan de erradicación de Footrot: un trabajo de campo posible y exitoso. *Veterinaria*, 26(110), 18-24. <https://www.revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/708>
- Mederos, A., Casaretto, A., Ferreira, G., Bonino, J. & Scrimini, P. (2002). Evaluación de pérdidas productivas debidas a footrot en ovinos. En A. Mederos (ed.), *Estudios sobre footrot ovino en el Uruguay: relevamiento de la prevalencia, evaluación de las pérdidas productivas y estimación costo/beneficio de su control* (pp: 23-31) Serie INIA FPTA 07. <https://inia.uy/sites/default/files/publications/2024-06/Fpta-07-p3-31.pdf>

INDICADORES DE ESTRÉS POR CALOR EN BOVINOS PARA CARNE EN PASTOREO - REVISIÓN DE ALCANCE

Natalia Irari¹, Juan Clariget¹, Aline Cristina Sant'Anna², Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa², Javier Sanchez³, Maria Eugenia Andriguetto Canozzi¹

1- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), INIA La Estanzuela, Uruguay

2- Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus Jaboticabal, Brasil

3- University of Prince Edward Island, Canadá

RESUMEN

El objetivo de este resumen fue cuantificar indicadores de bienestar para bovinos de carne, en pastoreo, en situación de estrés calórico, con el uso de la metodología revisión de alcance. El trabajo siguió la guía PRISMA-ScR. La estrategia de búsqueda fue estructurada bajo el marco población, concepto y contexto (PCC) y fueron utilizadas palabras y sinónimos relacionadas a “bovinos para carne” (población), “estrés por calor” (concepto) y “sistemas pastoriles” (contexto). La búsqueda fue conducida en cinco bases de datos electrónicas - Scopus, Web of Science, Medline, Agricola y CAB Abstracts – siendo encontradas un total de 1.382 citas. Luego de eliminar duplicados y mediante lectura del título, quedaron 366, pero 114 fueron las citas que cumplieron con los criterios de inclusión. Los resultados preliminares muestran que 39.3% de los indicadores reportados eran fisiológicos, 31.2% de producción/reproducción, 25.9% de comportamiento y 3.6% de salud. Dentro de cada categoría, los más frecuentes fueron frecuencia respiratoria, ganancia diaria de peso, huevos por gramo, tiempo y momento del día dedicado al pastoreo, respectivamente. Los principales indicadores fisiológicos y de comportamiento utilizados en la investigación sobre estrés por calor en bovinos en pastoreo también son de fácil uso por los productores y, una vez utilizados, permitirán priorizar el confort y el bienestar de los animales.

SUMMARY

The objective of this summary was to quantify welfare indicators for grazing beef cattle under heat stress, using the scoping review methodology. The work followed PRISMA-ScR guideline. The search strategy was structured based on population, concept, and context (PCC) framework applying words and synonyms related to “beef cattle” (population), “heat stress” (concept) and “grazing systems” (context). The search was conducted in five electronic databases - Scopus, Web of Science, Medline, Agricola and CAB Abstracts, being identified 1,382 records. After removing duplicates and reading the tit-

les, remained 366 remained, but 114 were the citations that met the inclusion criteria. Preliminary results show that 39.3% of the reported indicators were physiological, 31.2% were related to production/reproduction, 25.9% to behavior, and 3.6% to health. Within each category, the most frequent were respiratory rate, daily weight gain, eggs per gram, time and moment of the day dedicated to grazing, respectively. The main physiological and behavioral indicators used in research related to heat stress in grazing cattle are also easy to application by the producers and, once implemented, will allow them to prioritize animal comfort and welfare.

INTRODUCCIÓN

El concepto de bienestar animal (BA) viene cambiando con el pasar de los años. Actualmente, el concepto de los “Cinco Dominios” - nutrición, ambiente, salud, comportamiento y mental – es ampliamente aplicado y difundido (Mellor et al., 2020). La producción pastoril de ganado bovino ocupa un tercio de la superficie terrestre mundial (FAO, 2023). A pesar de que existe la idea de que los sistemas pastoriles de producción de carne bovina no generan estrés a los animales, estos pueden padecer innumerables desafíos que afectan directamente su bienestar. Un desafío, cada vez más frecuente debido al cambio climático, son las situaciones de estrés por calor, consecuencia del clima más cálido y seco, afectando directamente los bovinos en pastoreo (Rust, 2019). En Uruguay, existen condiciones potenciales para el desarrollo de estrés calórico de nivel medio a moderado, con valores entre 72 y 78 para el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) (Rovira, 2012). Muchos son los indicadores reportados en la literatura científica para evaluar el BA (Mellor et al., 2020; Temple & Manteca, 2020; Nalon et al., 2021). La gran interrogante es si lo reportado es realmente práctico y útil para los productores. El objetivo de este resumen fue cuantificar indicadores de BA para bovinos de carne, en pastoreo, en situación de estrés calórico, con el uso de la metodología revisión de alcance.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo sigue la guía “Extensión Aprobada de Elementos de Informes Preferidos para Revisión Sistemática y Meta-análisis” (del inglés, PRISMA, *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) para Revisiones de Alcance (PRISMA-ScR; Tricco et al., 2018).

La estrategia de búsqueda fue estructurada bajo el marco población, concepto y contexto (PCC; Peters et al., 2020). Estudios elegibles incluyeron aquellos originales, revisados por pares, en español, inglés o portugués. La población de interés fue ganado bovino para carne, independientemente de la categoría; el concepto, estrés por calor; y el contexto, en condiciones de pastoreo. Fueron excluidos estudios en ganado lechero, doble propósito, otras especies y en condiciones de feedlot, además de los artículos sin textos completos disponibles. Los artículos incluidos deberían de reportar, por lo menos, un indicador de bienestar basado en el animal (fisiológico, de producción y/o reproducción, comportamental o de salud).

La búsqueda bibliográfica fue realizada en cinco bases de datos electrónicas, en diciembre de 2023, utilizando el servidor de internet de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS, Brasil), para acceder a Scopus (Elsevier, 1960-2023), Web of Science (Thomson Reuters, 1900-2023), Medline (Pubmed, 1940-2023), Agrícola (EBSCO, 1970-2023) y CAB Abstracts (CAB Direct, 1973-2023). La estrategia de búsqueda fue ajustada para cada una de las bases de datos consideradas ((extensive OR grazing OR pasture OR “grass-fed”) AND (“beef cattle” OR steer OR heifer OR cow OR bull OR calf) AND (“heat stress” OR “heat waves” OR “heat load”)).

Para identificar y eliminar las citas duplicadas, así como aquellas cuyo título no hacían referencia a la población y/o concepto de interés, fue utilizado el administrador de referencias bibliográficas EndNote®. En la etapa siguiente, cada cita fue evaluada, con base en cuatro preguntas, por dos revisores independientes, mediante la lectura del título, resumen y palabras clave, utilizando el software de Rayyan®. La extracción de datos y la evaluación metodológica fueron realizadas mediante la lectura y evaluación del texto completo en un formulario prediseñado creado en Excel. El análisis de los datos obtenidos es esencialmente cualitativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La búsqueda en las cinco bases de datos identificó 1.382 citas, siendo 241 en Scopus, 152 en Medline, 413 en ISI Web of Science, 78 en Agrícola y 498 en CAB

Abstracts. Luego de la eliminación de las citas duplicadas y de la lectura del título, quedaron 366. De las 366 citas, 114 cumplieron con los criterios de inclusión pre establecidos y 66 fueron eliminadas por no cumplirlos. La extracción de datos fue conducida en 48 artículos (61 experimentos). Del total de artículos incluidos, el 52,1% evaluaron la sombra natural y dentro de ellos 60,0% sistemas silvopastoriles; 18,8% la sombra artificial; y 29,1% no reportan el uso de sombra.

Como resultados preliminares, se encontraron un total de 112 indicadores, de los cuales 39,3% eran fisiológicos, 31,2% de producción/reproducción, 25,9% de comportamiento y 3,6% de salud. Dentro de los indicadores fisiológicos, los principales fueron frecuencia respiratoria (14,1%), temperatura rectal y de la superficial de la piel (11,1% cada uno); de desempeño, ganancia media diaria de peso (19,1%) y el peso vivo (13,8%); de comportamiento, tiempo y momento del día dedicado al pastoreo (20,5%) y tiempo de rumia (9,6%); y de salud, huevos por gramo (40,0%), alteraciones de piel y patas, enfermedades respiratorias y otras patologías y géneros de nematodos (20,0% cada uno).

De los indicadores encontrados, la frecuencia respiratoria, el comportamiento de pastoreo y de rumia parecen ser los más prácticos y útiles para la evaluación del estrés calórico por parte de los productores. Por otro lado, la medición de la temperatura, así como los huevos por gramo, por ejemplo, requieren manejo extra y/o aparato específico (termografía infrarroja); y la ganancia de peso es una medida a largo plazo.

CONSIDERACIÓN FINAL

Los resultados preliminares revelan que los principales indicadores fisiológicos y de comportamiento utilizados en la investigación sobre estrés por calor en bovinos en pastoreo también son de fácil uso por los productores. Tras ser utilizados permitirán priorizar el confort y el bienestar de los animales. Además, el creciente número de estudios en sistemas silvopastoriles revela la importancia del uso de la sombra natural y su integración con los sistemas de producción animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO (2023) *Food and Agriculture Organization*. Visitado 3 de octubre 2023. Disponible: <https://www.fao.org/americas/prioridades/ganaderia-sostenible/es/>.

Mellor, D.J., Beausoleil, N.J., Littlewood, K.E., Mclean, A.N., McGreevy, P.D., Jones, B., Wilkins, C. (2020). The 2020 Five Domains Model: Including Human–Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare. *Animals* 10, 270. Doi: 10.3390/ani10101870.

Nalon, E., Contiero, B., Gottardo, F., Cozzi, G. (2021). The Welfare of Beef Cattle in the Scientific Literature From 1990 to 2019: A Text Mining Approach. *Frontiers in Veterinary Science* 7, article 588749. Doi: 10.3389/fvets.2020.588749.

Peters, M.D.J., Godfrey, C., McInerney, P., Munn, Z., Tricco, A.C., Khalil, H. Chapter 11: Scoping Reviews (2020 version). In: Aromataris E, Munn Z (Editors). *JBI Manual for Evidence Synthesis*, JBI, 2020. Available from <https://synthesismanual.jbi.global>. Doi.org/10.46658/JBI-MES-20-12

Rovira, P.J. (2012). Riesgo de estrés calórico en la Región Este del Uruguay. En: Jornada anual Unidad Experimental palo a Pique 2012. Treinta y Tres: INIA. Serie Actividades de Difusión 695, p17-21.

Rust, J. M. (2019). The impact of climate change on extensive and intensive livestock production systems. *Animal Frontiers* 9, 20–25. Doi: 10.1093/af/vfy028.

Temple, D., Manteca, X. (2020). Animal Welfare in Extensive Production Systems Is Still an Area of Concern. *Sustainable Food Systems* 4, article 545902. Doi:10.3389/fsufs.2020.545902.

Tricco, A.C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K.K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M.D.J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl EA, Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft A, Wilson, M.G., Garrity, C., Lewin, S., Godfrey, C.M., MacDonald, M.T., Langlois, E.V., Soares-Weiser, K., Moriarty, J., Clifford, T., Tunçalp, Ö., Straus, S.E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine* 169, 467–473. Doi: 10.7326/M18-0850.

IMPACTO DEL ESTRÉS TÉRMICO EN LA RUMIA DE VACAS HOLSTEIN DURANTE EL VERANO 2024-2025 EN TAMBO ROBOTIZADO

Pablo Viretto¹, María Inés Stegmayer², Georgina Frossasco¹ y Guillermo Toffoli³*

1- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Rafaela, Santa Fe.

*viretto.pablo@inta.gob.ar

2- Cátedra de Bioestadística, Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Kreder 2805, Esperanza.

3- Cátedra de Agrometeorología, Departamento de Ciencias del Ambiente, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, Argentina. Kreder 2805, Esperanza.

RESUMEN

El estrés térmico afecta la producción de leche al alterar el metabolismo y reducir la ingesta de alimento. La rumia, clave en la digestión y salud del ganado, puede ser un indicador del impacto del estrés calórico. Este estudio analizó la relación entre el índice de temperatura-humedad (ITH) y el tiempo de rumia (TR) en 34 vacas Holstein en la Estación Experimental INTA Rafaela durante el verano 2024-2025. Se registraron datos de TR y ITH por hora y se clasificaron en cinco categorías. Los resultados muestran una reducción significativa del TR en condiciones de estrés térmico (ITH > 72), con diferencias según la etapa de lactancia. Los valores más bajos de TR se registraron en ITH Peligro y Emergencia. Estos hallazgos resaltan la importancia de la rumia como un posible indicador complementario del estrés térmico, facilitando estrategias de manejo para mitigar su impacto en la producción lechera.

SUMMARY

Heat stress affects dairy production by altering metabolism and reducing feed intake. Rumination, essential for digestion and animal health, may serve as an indicator of heat stress impact. This study analyzed the relationship between the temperature-humidity index (THI) and rumination time (RT) in 34 Holstein cows at the INTA Rafaela Experimental Station (INTA) during the summer of 2024-2025. RT and THI data were recorded hourly and classified into five categories. Results showed a significant reduction in RT under heat stress conditions (THI > 72), with variations depending on lactation stage. The lowest RT values were observed in the Danger and Emergency THI categories. These findings highlight the potential of rumination as a complementary indicator of heat stress, aiding in the development of management strategies to mitigate its impact on dairy production.

INTRODUCCIÓN

Las vacas lecheras operan dentro de una zona térmica neutra que se sitúa entre los 5 a 20 °C, aunque este rango varía según el individuo. Cuando la temperatura se desvía de este intervalo, se producen alteraciones en el metabolismo y en la ingesta de alimento. Uno de los procesos fisiológicos afectados es la rumia, indicador clave del estado de salud del animal. Su reducción puede estar asociada con condiciones de malestar, como el estrés térmico, lo que la convierte en un parámetro relevante para la gestión del rebaño (Stone et al., 2017).

El impacto del estrés térmico en la producción de leche se debe, en parte, a la disminución de la ingesta de alimento y a modificaciones en parámetros fisiológicos como la frecuencia respiratoria y la puntuación de jadeo. La raza Holstein presenta una capacidad limitada para disipar el calor a través de la evaporación cutánea, lo que la hace especialmente vulnerable en climas cálidos y húmedos (Habimana et al., 2024). A pesar de que el monitoreo de variables fisiológicas aún no es una práctica generalizada, ciertos indicadores han demostrado ser herramientas útiles para evaluar el impacto del estrés térmico (Moretti, et al., 2017). Entre estos indicadores, el índice de temperatura-humedad (ITH) es una de las herramientas más utilizadas para estimar la magnitud del estrés calórico en vacas lecheras (Habimana et al., 2024). Debido a su relación directa con el consumo de materia seca y la funcionalidad ruminal, la rumia se ha propuesto como un indicador alternativo del estrés térmico en bovinos lecheros.

Este estudio tiene como objetivo caracterizar la variación del índice de estrés calórico (ITH) durante el verano en vacas Holstein y analizar su influencia en los tiempos de rumia. La identificación de esta relación permitirá evaluar la utilidad de la rumia como un indicador complementario del estrés térmico en sistemas lecheros.

MATERIALES Y MÉTODOS

El registro de los datos se llevó a cabo en la Estación Experimental de INTA Rafaela (lat. 31°12' S, long. 61°30' O, 96 m.s.n.m.). Del total de 64 animales del rodeo lechero, se seleccionaron 34 vacas Holando argentino, las cuales estaban equipadas con collares de monitoreo automático mediante el sistema SenseHub (SCR Engineers Ltd., Netanya, Israel), para monitorear tiempo de alimentación, de rumia y la tasa de respiración. Con base en el índice de temperatura y humedad (THI), se registró cada hora los datos de temperatura del aire y humedad relativa mediante una estación meteorología automática Metos y se compararon cuatro condiciones diferentes de lactancia: en 7 cursando primer, 11 segunda, 13 tercera y 8 cuarta lactancia respectivamente. Todas las cuales, solamente durante las horas del día tenían acceso a un sistema de refrescado (sombra, ventilación y aspersión)

Se registró el tiempo de rumia por hora (TR) para cada vaca y la evaluación incluyó todas las vacas del rebaño en la temporada verano desde el 1 de diciembre (2024) hasta el 28 de febrero de 2025. Se establecieron distintas categorías del índice mencionado según su magnitud (Livestock Conservation Institute, 1970, citado en du Preez et al., 1990b) donde la clasificación es la siguiente: Normal $ITH < 72$; Discomfort $72 \leq ITH < 74$; Alerta $74 \leq ITH < 78$; Peligro $78 \leq ITH < 82$ y Emergencia $ITH \geq 82$, previo ajuste por temperatura y humedad. Se realizó un intervalo de confianza de las categorías de ITH en relación a la variable TR mediante software Jamovi (2024). En forma adicional se categorizaron las condiciones de lactancia para cuantificar el TR en relación a ITH y el número de lactancia ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la temporada evaluada los ITH categóricos ajustados registrados (h) fueron: 15551 Normal, 4508 Discomfort, 8354 Alerta, 4966 Peligro y 6139 en Emergencia. Se realizaron intervalos de confianza para el promedio de TR y el ITH en categorías (Figura 1).

Se encontraron diferencias significativas entre TR entre las categorías evaluadas de ITH. El tiempo promedio de rumia en min/h mayor fue en ITH normal $M=27.56$ [27.33, 27.80], mientras que en Discomfort fue de 25.33 [24.89, 25.76], y en Alerta 21.66 [21.34, 21.98]. Sin embargo, no se hallaron diferencias en el TR entre ITH Peligro y Emergencias: 18.93 [18.52, 19.34] y 19.12 [18.75, 19.49] respectivamente ($\alpha=0,05$). Valores superiores a 72 indican la presencia de estrés térmico con posibles repercusiones en la salud y producción del animal (Habimana et al., 2024) manifestándose en este estudio en el 80% de las categorías analizadas. En coincidencia Muñoz et al., (2013) hallaron que el estrés térmico disminuyó TR, occasionando que las temperaturas elevadas puedan reducir el consumo de materia seca comprometiendo el bienestar y la productividad del ganado. Se encontraron diferencias significativas en los valores medios del indicador analizado según la categoría de ITH en cada número de lactancia ($p<0.05$) (Figura 2). Para la primera lactancia, el grupo N presentó los valores más altos, diferenciándose significativamente del resto de los grupos (a). El grupo D mostró valores intermedios (b), mientras que A (d), P (ef) y E (fg) presentaron valores significativamente menores. En la segunda lactancia, el grupo N mostrando los valores más elevados (a), seguido de D (b). Las categorías A y P se agruparon en un nivel intermedio (cd), mientras

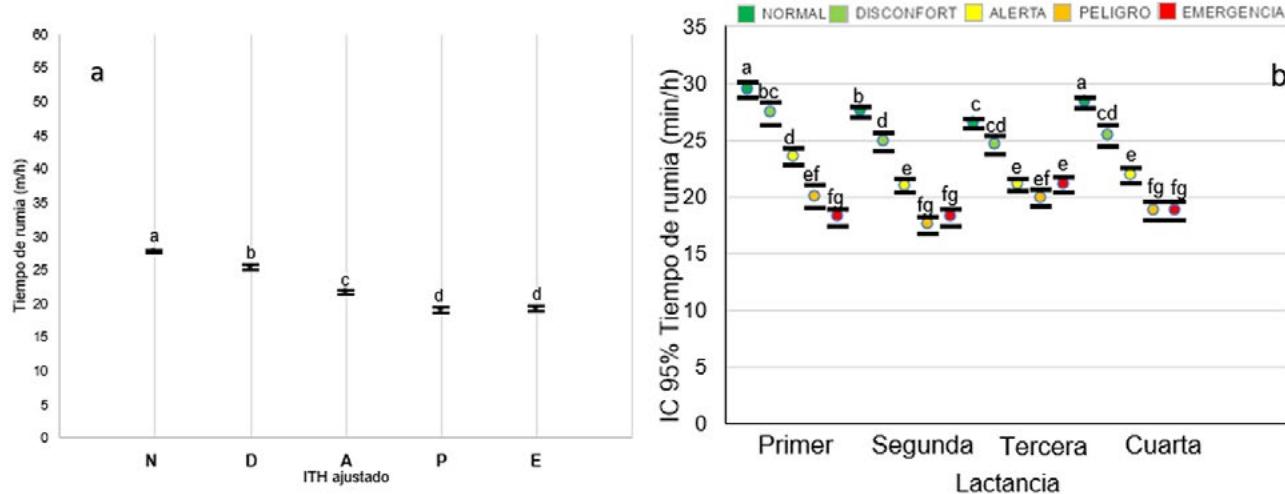


Figura 1 (a). Intervalo de confianza de Tiempo de Rumia (TR) según categoría de ITH ajustado: N: normal, D: discomfort, A: alerta, P: peligro, E: emergencia. Figura 2 (b). Tiempo de rumia en relación al número de lactancia e ITH ajustado Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$).

que E se ubicó en el nivel más bajo (fg). Para la tercera lactancia, el grupo N nuevamente presentó los valores más elevados (a), diferenciándose significativamente del grupo D (b). Las categorías A y P se agruparon en un nivel intermedio (cd), y E mostró valores menores (ef). Finalmente, en la cuarta lactancia, se mantuvo el mismo patrón de distribución, con el grupo N exhibiendo los valores más altos (a), D en un nivel intermedio (b), y las categorías A, P y E agrupadas en los niveles más bajos (cd, ef, fg). En general, la categoría N presentó los valores más altos, seguido por D, mientras que A, P y E mostraron valores progresivamente menores. Este patrón se mantuvo en las cuatro lactancias, indicando que el valor del indicador disminuye con el aumento de la severidad del ITH, independientemente del número de lactancia. (Figura 2). En relación a la variable número de lactancia se encontraron diferencias significativas entre los promedios poblacionales de TR en los diferentes períodos de lactancia (Tabla 1).

Esto podría deberse a que la severidad del impacto varía según factores individuales, ambientales y de manejo. Se sabe que cuando los mecanismos fisiológicos no logran contrarrestar el exceso de calor, se observan efectos adversos, como la disminución de la ingesta de alimento y cambios en la producción y composición de la leche (Muñoz et al., 2013). En este último estudio no se tuvo en cuenta la variación de la composición.

CONCLUSIONES

El estrés térmico reduce significativamente el tiempo de rumia en vacas Holstein cuando el ITH supera 72, afectando la ingesta de alimento y la producción de leche. Además, su impacto varía según la etapa de lactancia, sugiriendo diferencias en la capacidad de adaptación. La ausencia de variaciones entre las categorías de mayor estrés indica un posible límite fisiológico de respuesta. Estos resultados destacan la rumia como un indicador complementario del estrés térmico, permitiendo implementar estrategias de manejo, como ventilación, sombra y ajustes en la alimentación, para minimizar sus efectos y mejorar el bienestar del ganado lechero.

Tabla 1. Medias Marginales Estimadas - Número de Lactancia

Número de Lactancia	Media	EE	Intervalo de Confianza al 95%	
			Inferior	Superior
1	23.68	0.2004	23.29	24.07
2	21.77	0.1563	21.46	22.07
3	22.57	0.1498	22.28	22.86
4	22.60	0.1662	22.27	22.93

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Du Preez, J. H., Giesecke, W. H., & Hattingh, P. J. (1990). Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. I. Temperature-humidity Index mean values during the four main seasons. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 57, 77-86.
- Habimana, V., Ngulumia, A. S., Nziku, Z. C., Ekine-Dzivenu, C. C., Morota, G., Mrode, R., & Chenyambuga, S. W. (2024). Heat Stress Effects on Physiological and Milk Yield Traits of Lactating Holstein Friesian Crossbreds Reared in Tanga Region, Tanzania. *Animals*, 14(13), 1914. <https://doi.org/10.3390/ani14131914>
- The jamovi project (2024). jamovi. (Version 2.5) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Moretti, R., Biffani, S., Chessa, S., & Bozzi, R. (2017). Assessment of ruminating, eating, and locomotion behavior during heat stress in dairy cattle by using advanced technological monitoring. *Journal of Dairy Science*, 100(11), 1-12. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001173>
- Muñoz, G., Rondelli, F., Maiztegui, L., Gherardi, S., Tolini, F., Fernández, G., Coronel, A., Amelong, J., & Ceiloria, F. (2013). Efectos de la ola de calor sobre la vaca Holando Argentino en el Módulo Tambo de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR.
- Stone, A. E., Jones, B. W., Becker, C. A., & Bewley, J. M. (2017). Influence of breed, milk yield, and temperature humidity index on lying behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 100(3), 2395-2403. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11607>

BROTE DE DERMATITIS SEVERA EN OVINOS HAMPSHIRE DOWN DE ETIOLOGÍA INCIERTA

Stephanie Lara¹*, Renzo Alza² y Fiorella Scaglione¹

1- Unidad Académica Salud de los Rumiantes, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Ruta 8 km 18, Montevideo. Uruguay. *Autores de correspondencia: stephanielara1983@gmail.com y doctorascaglione@gmail.com

2- Tesista de grado, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Ruta 8 km 18, Montevideo. Uruguay

RESUMEN

Se describe un brote de dermatitis severa en ovinos Hampshire Down en el Dpto de Soriano, Uruguay, que comenzó 1 semana post-esquila. Los animales pastoreaban en un potero con escaso forraje y abundante presencia de *Echium plantagineum*. Se evaluaron 30 animales, de los cuales 3 presentaron mucosas pálidas, adenomegalia, ulceración cutánea severa en dorso con desprendimiento de piel de consistencia dura. Los análisis bioquímicos indicaron un daño hepático crónico, estableciéndose como diagnóstico presuntivo fotosensibilización hepatógena, aunque la histopatología de hígado no permitió confirmarlo. No se encontraron reportes previos en Uruguay en ovinos de esta raza, resaltando la importancia del monitoreo de este tipo de lesiones cutáneas.

SUMMARY

A severe outbreak of dermatitis is described in Hampshire Down sheep in the Department of Soriano, Uruguay, which began one week after shearing. The animals were grazing in a paddock with scarce forage and a high presence of *Echium plantagineum*. Thirty animals were evaluated, of which three presented with pale mucous membranes, lymphadenopathy, and marked ulcerative dermatitis over the dorsal region, with detachment of thickened skin. Serum biochemistry indicated chronic liver damage, supporting a presumptive diagnosis of hepatogenous photosensitization, although liver histopathology did not confirm the condition failed to confirm this. No previous cases have been documented in this breed in Uruguay, highlighting the importance of monitoring this type of skin lesion.

INTRODUCCIÓN

La dermatitis es un proceso inflamatorio que afecta principalmente las capas profundas de la piel, involucrando vasos sanguíneos y linfáticos. El daño celular, que en muchos casos puede llegar a la necrosis, es provocado por un agente irritante, y las características clínicas de la dermatitis varían según la naturaleza de dicho agente (Constable, 2017). Las principales causas de dermatitis

en ovinos en Uruguay son de origen parasitario, infeccioso, inflamatorio o alérgico (Bonino y Casaretto, 2012). La dermatitis solar y la fotosensibilización, ambas inducidas por la radiación ultravioleta, provocan quemaduras y daño tisular, especialmente en zonas de la piel no pigmentada (Casteel et al., 1991). Los principales signos clínicos observados son: intensa irritación de la piel, prurito, laceraciones y edemas en zonas despigmentadas, cierre de párpados, lagrimeo, disfagia, sialorrea y fotofobia (Rowe, 1989). La fotosensibilización tiene tres posibles orígenes: 1-Fotosensibilización primaria, causada por la ingesta de agentes fotodinámicos exógenos, como, por ejemplo, intoxicaciones por *Ammi majus* y *A. visnaga* (Perusia y Rodríguez, 2017); 2- Fotosensibilización secundaria causada por la acumulación de pigmentos endógenos, como son los casos de porfiria congénita (Rowe, 1989) y 3-Fotosensibilización hepatógena, provocado por el acúmulo del pigmento filoeritrina en la circulación periférica. Este pigmento es un producto de la digestión de la clorofila que normalmente es excretada en la bilis. Sin embargo, cuando hay lesiones hepáticas graves con pérdida de la funcionalidad del órgano u obstrucciones canaliculares con estasis biliar, la excreción de este pigmento se ve afectada, pasando a la circulación periférica y alcanzando la piel (Glen et al., 1964). La funcionalidad hepática puede verse alterada debido a lesiones en hígado, que comúnmente pueden ser producidas por plantas hepatotóxicas, bacterias, hongos, químicos o parásitos (Smith et al., 1997). El objetivo de este trabajo es describir un brote de dermatitis severa en ovinos de la raza Hampshire Down, de etiología incierta.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

En diciembre de 2019, se evaluó una majada de 30 ovinos de la raza Hampshire Down pertenecientes a un establecimiento comercial ubicado en el Departamento de Soriano. El motivo de consulta fue que tres animales de la majada presentaban lesiones cutáneas severas que iniciaron una semana posterior a la esquila (19/11/19), las cuales a la fecha de consulta tenían un mes de evolución. De acuerdo a la anamnesis, desde 1 mes antes de la esquila, machos y hembras de todas las categorías se

encontraban pastoreando sobre campo natural mejorado con raigrás. El potrero tenía una extensión de 3ha, con dos bebederos, pero sin sombra ni abrigo. No se aplicó tratamiento para luego de la esquila. A las 48h post-esquila los animales fueron dosificados con una mezcla comercial de Levamisol, Ivermectina y Rafoxanida (Triple oral®). Se procedió a inspeccionar a toda la majada, y a realizar el examen clínico de los animales más afectados, el cual consistió en el examen objetivo general y particular de la piel. Los principales signos clínicos fueron mucosas pálidas, adenomegalia, ulceración cutánea a lo largo del dorso de los animales con desprendimiento de piel de consistencia firme y ausencia de prurito (Figura 1). Durante la inspección del potrero, se observó escasa disponibilidad forrajera y se identificó una abundante presencia de *Echium plantagineum* (Figura 2), con evidencias de haber sido consumida. Se establecieron diagnósticos diferenciales considerando fotosensibilización hepatógena y dermatitis solar. Dadas las características de las lesiones cutáneas se descartaron otras etiologías de dermatitis. Se extrajeron muestras de sangre de la vena yugular de los 3 animales afectados para evaluar la funcionalidad hepática y para el diagnóstico histopatológico se realizaron 2 biopsias cutáneas en la región dorsal de una de las ovejas afectadas abarcando una zona de piel sana y otra ulcerada. Los resultados bioquímicos indicaron un aumento significativo en los valores de fosfatasa alcalina (141, 188 y 222UI/l), GOT (137 y 175UI/l) y colesterol bajo (32mg/dl) en uno de los animales, lo que en suma indica un daño canalicular crónico, aunque inespecífico. La biopsia cutánea proveniente de la piel afectada mostró una úlcera epidérmica con reacción inflamatoria compatible con un proceso crónico. El tratamiento consistió en la administración intramuscular de penicilina-estreptomicina a una dosis de 20000UI/kg por 5 días (Repén®) en los ovinos con infecciones secundarias, así como protector

hepático (Hepagen® 10mg/kg) a todos los afectados. Se implementaron cuidados locales de las heridas con yodopovidona diluida al 0,1%, miel y azul de metileno al 1%. Además, se adoptaron medidas de manejo como la eliminación manual y química de *Echium plantagineum*, así como la restricción del pastoreo en el potrero problema. La evolución de los animales varió según la gravedad del cuadro. Uno de los ovinos murió al día siguiente de la consulta, mientras que los otros dos mostraron mejoría clínica en un lapso de cuatro a doce semanas. A la necropsia, se observó macroscópicamente la presencia del hígado con bordes redondeados y un puntillado con centro blanquecino rodeado de una coloración más oscura, distribuido de forma difusa por el parénquima hepático, con el mismo patrón de superficie al corte (Figura 3). Se remitieron 2 muestras de hígado en formol al 10%, al Laboratorio de Patología de Facultad de Veterinaria-UdelaR para estudios histopatológicos. Microscópicamente, las lesiones fueron compatibles con una esteatosis hepática moderada con reacción inflamatoria linfoplasmocítica acompañando al proceso principal, sin signos de fibrosis de los espacios portales ni megalocitos.



Figura 2. Presencia de *Echium plantagineum* en el potrero donde la majada se encontraba pastoreando.



Figura 1. Lesiones ulcerativas y desprendimiento de la piel del dorso de los ovinos afectados.



DISCUSIÓN

Echium plantagineum es una planta anual que germina a inicio de otoño y florece en la primavera. Se observa principalmente como invasora de pasturas, praderas y cultivos de invierno, predominando en mayor proporción durante el primer año del cultivo. La toxicidad de la planta está dada por la presencia de alcaloides pirrolizidínicos: echiumina y echimidina. Estos afectan principalmente al hígado, causando una lesión hepática usualmente crónica e irreversible (Coppola et al., 2014), caracterizada por fibrosis y megalocitosis. Estudios previos han reportado que los ovinos son más resistentes que los bovinos a la intoxicación por *Echium plantagineum* (Kolrep et al., 2018), aunque en condiciones de pastoreo sin sombra la incidencia puede aumentar. Debido a los datos epidemiológicos, los signos clínicos observados y la abundante presencia de *E. plantagineum* en el potrero el principal diagnóstico presuntivo fue fotosensibilización hepatógena. Sin embargo, no fue posible confirmar el diagnóstico por histopatología en las muestras de hígado remitidas. Hasta el momento, no se han encontrado reportes bibliográficos en Uruguay de la ocurrencia de este tipo de dermatitis severa en ovinos de la raza Hampshire Down, lo que resulta particularmente relevante debido a las características de su piel pigmentada, que suelen conferirle una mayor resistencia a este tipo de afecciones. No obstante, García et al. (2019) describieron un brote en ovejas negras cruzas de manto negro de características similares al presente caso que consideraron compatible con una necrosis térmica dorsal, descrita en caninos. Por este motivo, es fundamental continuar con el relevamiento de las lesiones cutáneas en el dorso de ovinos para encontrar la causa de este tipo de dermatitis.

CONCLUSIONES

El presente brote de dermatitis severa en el dorso de ovinos Hampshire Down resalta la importancia del diagnóstico clínico y el monitoreo continuo de las majadas. La falta de confirmación histopatológica de fotosensibilización hepatógena asociada a la ingestión de *Echium plantagineum*, sugiere que se deben considerar otras posibles causas de este tipo de lesiones cutáneas. Debido a la ausencia de reportes previos en esta raza en Uruguay es fundamental continuar con estudios epidemiológicos para prevenir futuros casos clínicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonino Morlán, J., & Casaretto, A. (2012). Principales patologías en los actuales sistemas de producción ovina del Uruguay. Una puesta al día. *XL Jornadas Uruguayas de Buiatría*.
- Casteel, S.W., Weaver, A.D., Mills, L.L., Pace, L.W., Rottinghaus, G.E. y Smith, K.M. (1991). Photosensitization outbreak in Shorthorn calves in Missouri. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 3(2), 180-182.
- Constable, P.D., Hinchcliff, K.W., Done, S.H. y Grünberg, W. (2017). Diseases of the Skin, Eye, Conjunctiva, and External Ear En: *Veterinary Medicine* (11^a ed., pp. 845-1090). St Louis: Elsevier.
- Coppola, B. y César, D. (2014). Aspectos a tener en cuenta en la intoxicación por "Flor morada" o "Lengua de vaca". *Revista Plan Agropecuario*, 151, 60-63.
- García, J. A., Romero, A., Uzal, F. A., Tarigo, L., Affolter, V. K., & Dutra, F. (2019). Solar-induced dorsal skin necrosis in sheep. *Veterinary Dermatology*, 30(5), 442-e137.
- Glen, B.L., Monlux, A.W. y Panciera, R.J. (1964). Hepatogenous photosensitivity disease of cattle. *Veterinary Pa-*



Figura 3. Aspecto macroscópico del hígado, a) se destaca la presencia de bordes redondeados y b) un puntillado con centro blanquecino rodeado de una coloración más oscura, distribuido de forma difusa en el parénquima.

thology, 1, 469-484. doi: 10.1177/030098586400100601

Kahn, C. M., & Line, S. (2010). The Merck Veterinary Manual (10th ed.). Merck & Co., Inc.

Kolrep, F., Numata, J., Kneuer, C., Preiss-Weigert, A., Lahrssen-Wiederholt, M., Schrenk, D., & These, A. (2018). In vitro biotransformation of pyrrolizidine alkaloids in different species. Part I: Microsomal degradation. *Archives of Toxicology*, 92, 1089-1097.

Perusia, O.R. y Rodriguez, R. (2017). Fotosensibilización. Plantas tóxicas y micotoxinas. Archivo electrónico. Recuperado de www.produccion-animal.com.ar

Rowe, L.D. (1989). Photosensitization problem in livestock. Veterinary Clinics North America: Food animal practice, 5(2), 301- 323. doi: [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30978-6](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30978-6)

Smith, B.L., Asher, G.W., Thompson, K.G. y Hoggard, G.K. (1997). Hepatogenous photosensitisation in fallow deer (*Dama dama*) in New Zealand. New Zealand Veterinary Journal, 45(3), 88-92. doi: 10.1080/00480169.1997.36001

EFFECTO DEL ANÁLOGO DE GnRH Y LA DOSIS DE PGF2 α EN LA TASA DE PREÑEZ DE VAQUILLONAS *BOS TAURUS* SINCRONIZADAS CON UN PROTOCOLO BASADO EN GnRH Y 5 DÍAS DE P4

Federico Cuadro^{1,2}, Camila García Pintos^{1,3}, Richard Nuñez-Olivera¹, Carol Abelenda⁴, Fernando Fabini⁵, Alejo Menchaca^{1,3}*

1- Instituto de Reproducción Animal Uruguay, Fundación IRAUy, Uruguay. Camino Cruz del Sur 2250, Montevideo, Uruguay.

*Autor de correspondencia: j.federico.c@gmail.com.

2- Institut Pasteur de Montevideo- Unidad Mixta Pasteur + INIA (UMPI), Mataojo 2020, Montevideo, Uruguay.

3- Plataforma de Investigación en Salud Animal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental La Estanzuela, Rut 50 Km 11, Colonia, Uruguay.

4- Profesión liberal, Tacuarembó, Uruguay.

5- Profesión liberal, Rocha, Uruguay.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de dos análogos de GnRH (acetato de buserelina y acetato de gonadorelina) y evaluar la influencia de la dosis de PGF2 α al retiro del dispositivo (simple o doble) sobre la tasa de preñez en vaquillonas *Bos taurus*. Se trabajó con 869 vaquillonas Angus sincronizadas con un protocolo de GnRH y 5 días de progesterona. Se utilizaron cuatro grupos experimentales en un diseño factorial 2x2. Los resultados mostraron que las vaquillonas tratadas con buserelina tuvieron una mayor tasa de preñez en comparación con aquellas tratadas con gonadorelina ($P = 0,04$). No se encontraron diferencias significativas en la tasa de preñez entre los grupos que recibieron una dosis simple o doble de PGF2 α ($P = 0,19$). Tampoco se observó interacción significativa entre los tratamientos con GnRH y PGF2 α . En conclusión, la buserelina mostró mejores resultados que la gonadorelina en la tasa de preñez, mientras que la variación en la dosis de PGF2 α no tuvo un efecto significativo.

SUMMARY

The objective of this study was to compare the effect of two GnRH analogs (buserelin acetate and gonadorelin acetate) and evaluate the influence of PGF2 α dose at device removal (single or double) on pregnancy rates in *Bos taurus* heifers. A total of 869 Angus heifers were synchronized using a GnRH-based protocol with five days of progesterone. Four experimental groups were established using a 2x2 factorial design. Results showed that heifers treated with buserelin had a higher pregnancy rate compared to those treated with gonadorelin ($P = 0,04$). No significant differences were found in pregnancy rates between heifers receiving a single or double dose of PGF2 α ($P = 0,19$). Additionally, no significant interaction

was observed between GnRH and PGF2 α treatments. In conclusion, buserelin resulted in higher pregnancy rates than gonadorelin, while PGF2 α dose variation had no significant effect.

INTRODUCCIÓN

La IATF es la biotecnología de la reproducción que ha mostrado mayor crecimiento en los últimos años, lo que podría estar explicado por las ventajas que proporciona aplicar la técnica el primer día de la estación reproductiva, favoreciendo una curva de partos concentrada, pesos superiores de terneros al destete, se evita la necesidad de detectar celos reduciendo de esta manera la temporada de inseminación y se simplifica el trabajo con el rodeo (Cutaia, et al., 2003; Menchaca et al., 2013; de Nava, 2015). Actualmente, existen dos estrategias hormonales para realizar IATF: una basada en sales de estradiol (benzoato y cipionato de estradiol) y otra en el uso de análogos de GnRH. En Uruguay, desde el año 2020, se prohibió el uso de sales de estradiol, por lo que nuestro grupo de investigación se ha enfocado en los protocolos basados en análogos de GnRH. Uno de los principales desafíos de estos protocolos es lograr una adecuada sincronización de la onda folicular al inicio del tratamiento. La eficacia de la GnRH para inducir el recambio folicular y la emergencia de una nueva onda requiere la ovulación del folículo dominante mayor a 10 mm que esté presente al inicio del tratamiento. En vacas de carne, el 60% ovulan luego de la primera dosis de GnRH. Sin embargo, en vaquillonas este desafío es mayor, ya que solamente el 26%-56% de las vaquillonas responde al tratamiento con GnRH (Martinez et al., 1999; Lima et al., 2011; Colazo y Ambrose, 2011). Algunos estudios indican que, en vaquillonas, no hay diferencias en la tasa de preñez entre los animales que reciben o no una dosis de GnRH al inicio del protocolo de sincronización (Colazo y Ambrose, 2011;

Cruppe *et al.*, 2014). No obstante, otros trabajos sugieren que la tasa de preñez es mayor en aquellas hembras que ovulan tras la administración de GnRH en comparación con aquellas que no ovulan o no son tratadas con GnRH (Colazo y Ambrose, 2011; Abreu *et al.*, 2018). En un estudio realizado por nuestro grupo, evaluamos el efecto de la dosis de GnRH al inicio del protocolo en vaquillonas. Los animales fueron asignados a tres grupos: uno no recibió GnRH, otro recibió una dosis simple (8,4 µg de acetato de buserelina) y el tercero recibió una doble dosis (16,8 µg de acetato de buserelina). La tasa de preñez fue similar entre las vaquillonas que recibieron GnRH, independientemente de si la dosis fue simple o doble, pero significativamente más baja en el grupo que no recibió GnRH. Estos resultados sugieren que la administración de GnRH al inicio del tratamiento es necesaria, aunque no se observan diferencias entre una dosis simple y una doble (Cuadro *et al.*, 2022).

Por otro lado, se ha cuestionado si, en los protocolos de 5 días y proestro prolongado, una sola dosis de PGF2α al retiro del dispositivo es suficiente para inducir la luteólisis y maximizar la tasa de preñez. En este contexto, realizamos un experimento en vaquillonas para evaluar la tasa de preñez en función de la dosis y el momento de administración de PGF2α. Las vaquillonas se dividieron en tres grupos experimentales: (1) recibieron una dosis simple de PGF2α al retiro del dispositivo, (2) recibieron una dosis doble de PGF2α al retiro del dispositivo, y (3) recibieron una dosis al retiro y una segunda dosis 16 horas más tarde. Estos grupos fueron evaluados en dos estudios independientes: en uno, las vaquillonas fueron sincronizadas con 8,4 µg de acetato de buserelina, y en

el otro, con 100 µg de acetato de gonadorelina. No se encontraron diferencias significativas en la tasa de preñez entre los tres grupos experimentales, tanto en los lotes sincronizados con buserelina como en aquellos en los que se utilizó gonadorelina (Cuadro *et al.*, 2022).

El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de dos análogos de GnRH (acetato de buserelina y acetato de gonadorelina) y evaluar la influencia de la dosis de PGF2α al retiro del dispositivo (simple o doble), así como su interacción, sobre la tasa de preñez en vaquillonas *Bos taurus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en cuatro réplicas con un total de 869 vaquillonas Angus. De ellas, 642 tenían 2 años y una condición corporal (CC) de $4,9 \pm 0,02$, mientras que las 227 restantes tenían entre 15 y 16 meses de edad, con una CC de $4,9 \pm 0,04$. Al inicio de la sincronización estral, el 62,3% (400/642) de las vaquillonas de 2 años y el 84,5% (192/227) de las de 15-16 meses presentaban un cuerpo lúteo (CL).

El día 0, todas las vaquillonas recibieron un dispositivo intravaginal con progesterona (DIB 0.5, Zoetis) y fueron asignadas a cuatro grupos experimentales en un diseño factorial 2x2. Se les administró, por vía intramuscular (IM), 8,4 µg de acetato de buserelina ($n = 435$; Pluserelina, Calier) o 100 µg de acetato de gonadorelina ($n = 434$; Ovalyse, Zoetis) al momento de la colocación del dispositivo. El día 5 en la tarde, durante el retiro de los dispositivos la mitad de las vaquillonas recibieron una dosis simple ($n = 424$; 500 µg de cloprostenol sódico, Zoetis) o una dosis doble administrada simultánea ($n = 445$; 1000 µg de cloprostenol sódico, Zoetis) de PGF2α. Todos los animales recibieron una dosis IM de eCG (200 UI, Zoetis) y se aplicó pintura en la base de la cola para determinar celo el día de la IATF. El diseño experimental es descripto en la Figura N° 1. En cada réplica, las hembras de los diferentes grupos experimentales permanecieron en un mismo potrero, pastoreando juntas. En tres réplicas, el día 8 a primera hora de la mañana se evaluó el estado de la pintura. Las vaquillonas que habían manifestado celo fueron inseminadas en ese momento mediante IATF (64 h después del retiro del dispositivo). Aquellas que no habían manifestado celo fueron inseminadas a las 72 h del retiro y, simultáneamente, recibieron una dosis de GnRH (100 µg de acetato de gonadorelina, Ovalyse, Zoetis). En una de las réplicas, la IATF se realizó a las 64 h del retiro del dispositivo y, simultáneamente, se administró una dosis de GnRH (100 µg de acetato de gonadorelina, Ovalyse, Zoetis). El diagnóstico de preñez se realizó mediante ecografía entre los 30 y 35 días posteriores a la IATF.

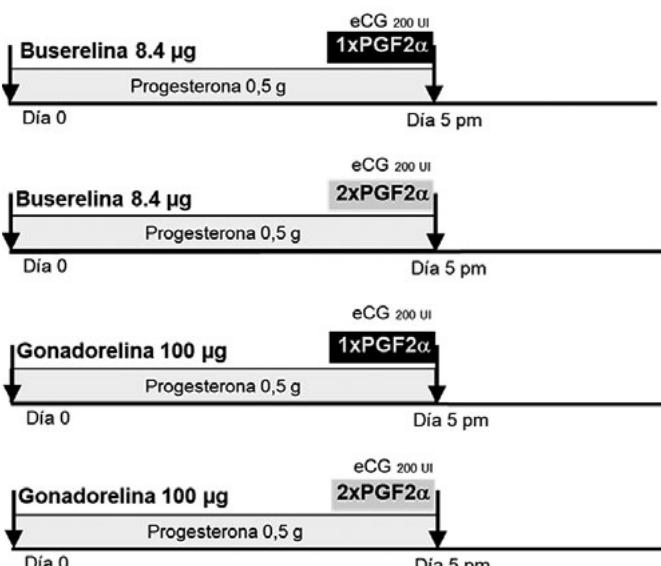


Figura N° 1. Representación esquemática del diseño experimental para estudiar el efecto del análogo de GnRH y dosis de PGF2α, en un protocolo de 5 días a base de GnRH.

Tabla 1. Efecto de los tratamientos con análogos de GnRH y dosis de PGF2α sobre la tasa de preñez en vaquillonas *Bos Taurus*.

Análogo de GnRH		Dosis de PGF2α		Valor P			
Buserelina	Gonadorelina	Dosis simple	Dosis doble	GnRH	PGF2α	GnRH x PGF2α	
Tasa de Preñez	62,5% (272/435)	55,1% (239/434)	56,6% (240/424)	60,9% (271/445)	0,04	0,19	0,11

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En un subgrupo de 723 vaquillonas, se determinó la tasa de celo a las 64 horas del retiro del dispositivo (Celo AM), obteniéndose una tasa de celo del 70% (505/723). No se encontraron diferencias significativas en la expresión de Celo AM entre los tratamientos con análogos de GnRH (71%, 258/362 para buserelina vs. 68%, 247/361 para gonadorelina; $P = 0,55$), ni entre las dosis de PGF2α (70%, 247/351 para la dosis simple vs. 69%, 258/372 para la dosis doble; $P = 0,94$). La tasa de preñez general fue 58,8% (511/869). No se encontró diferencia significativa entre la presencia o ausencia de CL al inicio del protocolo (58,4%, 346/592 vs. 59,5%, 165/277 respectivamente; $P = 0,95$). Asimismo, no se observó una interacción significativa entre la presencia de CL y el análogo de GnRH utilizado ($P = 0,73$), ni entre la presencia de CL y la dosis de PGF2α administrada ($P = 0,15$). Al evaluar los efectos de los análogos de GnRH, se observó que las vaquillonas tratadas con acetato de buserelina presentaron mayor tasa de preñez en comparación con aquellas tratadas con acetato de gonadorelina ($P = 0,04$). Por otro lado, no se encontró una diferencia significativa entre las vaquillonas tratadas con una dosis simple o una dosis doble de PGF2α al retiro del dispositivo ($P = 0,19$). Estos resultados son similares a los reportados por Cuadro et al. (2022), quienes tampoco encontraron diferencias en la tasa de preñez cuando la PGF2α fue administrada al retiro del dispositivo en una dosis simple o en una dosis doble, ya sea aplicada de manera simultánea o con un intervalo de 16 horas entre ambas aplicaciones. Además, no se observó una interacción significativa entre los tratamientos con GnRH y las dosis de PGF2α. Estos datos se resumen en la Tabla 1, donde se detallan los valores por grupo experimental.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sugieren que el uso de acetato de buserelina como análogo de GnRH mejora significativamente la tasa de preñez en vaquillonas *Bos taurus* en comparación con acetato de gonadorelina. Sin embargo, la administración de una dosis simple o doble de PGF2α al retiro del dispositivo no mostró diferencias significativas en la tasa de preñez, lo que indica que au-

mentar la dosis de PGF2α no proporciona un beneficio adicional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, F.M., Coutinho da Silva, M.A., Cruppe, L.H., Mussard, M.L., Bridges, G.A., Harstine, B.R., Smith, G.W., Geary, T.W., Day, M.L. 2018. Role of progesterone concentrations during early follicular development in beef cattle: I. Characteristics of LH secretion and oocyte quality. Anim. Reprod. Sci. 196: 59–68.
- de Nava, G. T. 2015. La IATF como tecnología reproductiva en el manejo de los rodeos de cría. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), Jornada Uruguaya de Buiatría (Vol. 43, pp. 115-126). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Colazo, M.G., Ambrose, D.J. 2011. Neither duration of progesterone insert nor initial GnRH treatment affected pregnancy per timed-insemination in dairy heifers subjected to a Co-synch protocol. Theriogenology 76: 578-588.
- Cruppe, L.H., Day, M.L., Abreu, F.M., Kruse, S., Lake, S.L., Biehl, M.V. 2014. The requirement of GnRH at the beginning of the five-day Co-Synch β controlled internal drug release protocol in beef heifers. J. Anim. Sci. 92: 4198-4203.
- Cuadro, F., García Pintos, C., Núñez-Olivera, R., Brochado, C., Fabini, F., Abelenda, C., Menchaca, A. 2022. Alternativas al uso de estradiol en programas de IATF en bovinos de carne. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), Jornada Uruguaya Buiatría (Vol. XLIX, pp. 109-121). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Cutaia, L., Veneranda, G., Tríbulo, R., Baruselli, P., y Bó, G.A. 2003. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: Factores que lo afectan y resultados productivos. En V Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina.
- Lima, F.S., Ayres, H., Favoreto, M.G., Bisinotto, R.S., Greco, L.F., Ribeiro, E.S. 2011. Effects of gonadotropin releasing hormone at initiation of the 5-d timed artificial insemination (AI) program and timing of induction of ovulation relative to AI on ovarian dynamics and fertility of dairy heifers. J. Dairy Sci. 94: 4997-5004.

Martinez, M.F., Adams, G.P., Bergfelt, D., Kastelic, J.P., Mapletoft, R.J. 1999. Effect of LH or GnRH on the dominant follicle of the first follicular wave in heifers. Anim. Reprod. Sci. 57: 23-33.

Menchaca, A., Núñez, R., de Castro, T., García Pintos, C., y Cuadro, F. (2013). Implementación de programas de IATF en rodeos de cría. En Seminario de actualización técnica: Cría Vacuna (pp.229-246).

CONDRODISTROFIA CONGÉNITA DE ORIGEN DESCONOCIDO: REPORTE DE DOS BROTES

Marcela Prelasco¹*, Valentina Cabrera², Agustín Romero², Carolina Briano², Joaquín Armua¹, Florencia Pieruccioni¹, Beatriz Rodríguez¹, Justine Auscarriaga¹, Florencia Domínguez¹, Lorena Bonjour¹, Fernando Dutra²

1- Departamento de Patobiología, División de Laboratorios Veterinarios "Miguel C. Rubino" (DILAVE); Ruta 8, Km 17,5, Montevideo.

*Autor de correspondencia: mprelasco@mgap.gub.uy

2- Laboratorio Regional Este de la DILAVE; Avelino Miranda 2045, Treinta y Tres.

RESUMEN

Se describen dos brotes de Condrodistrofia Congénita de Origen Desconocido (CCUO), ocurridos en establecimientos lecheros localizados en los departamentos de Colonia y Florida, entre noviembre de 2024 y febrero de 2025. La presentación clínica se caracterizó por el nacimiento o aborto de terneros con deformaciones esqueléticas de los miembros anteriores, posteriores, columna vertebral y cabeza, con una morbilidad de 20% que afectó a vacas y vaquillonas Holando. Los hallazgos histológicos característicos de condrodistrofia observados en huesos largos y vértebras de los animales afectados permitieron la realización del diagnóstico patológico de la enfermedad.

SUMMARY

Two outbreaks of Congenital Chondrodystrophy of Unknown Origin (CCUO) occurred in dairy farms located in the departments of Colonia and Florida, between November 2024 and February 2025 are described. The clinical presentation was characterized by birth or abortion of calves with skeletal deformities of forelimbs, hind limbs, spine and head, with a morbidity of 20% affecting Holando cows and heifers. The histological findings characteristic of chondrodystrophy observed in long bones and vertebrae of the affected animals allowed the pathological diagnosis of the disease.

INTRODUCCIÓN

La Condrodistrofia congénita de origen desconocido (CCUO), también llamada "Acorn calf disease" o "Estenosis espinal congénita", es una afección congénita no hereditaria que ha sido reportada en bovinos en varios países del mundo, incluyendo Australia, Brasil y Uruguay (Dutra, 2024; Schwartz et al. 2023; White & Windsor, 2012). El cuadro se caracteriza por el nacimiento de terneros con múltiples deformaciones esqueléticas debido a fallas en la osificación endocondral a nivel de las placas de crecimiento de los fetos en desarrollo. Las principales

causas nutricionales asociadas con esta patología son las carencias dietéticas de manganeso y zinc, minerales esenciales para formación de cartílago y hueso (Dutra, 2023).

Los brotes de CCUO suelen relacionarse con períodos de sequía o con dietas basadas en forrajes de baja calidad, como ensilaje o heno deficiente, que pueden afectar la ingesta de micronutrientes esenciales. Además, un exceso de potasio en la dieta puede contribuir al desarrollo de la enfermedad al generar alteraciones en la homeostasis del calcio. Las categorías principalmente afectadas son aquellas que tienen elevados requerimientos minerales, ya sea para su propio crecimiento (vaquillonas primíparas), o de la lactancia (vacas multíparas de alta producción) (Dutra, 2023; White et al. 2010).

Dado que los signos clínicos aparecen varios meses después de ocurrida la carencia nutricional, realizar el diagnóstico etiológico requiere estudios patológicos detallados, análisis epidemiológicos y la exclusión de causas virales y mutaciones genéticas conocidas (Dutra, 2023; White et al. 2010).

El objetivo de este trabajo es describir dos brotes de CCUO en bovinos, diagnosticados a partir de muestras recibidas por el Departamento de Patobiología de la División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE), en febrero y marzo de 2025.

DESCRIPCIÓN DE CASO

En un establecimiento lechero localizado en la segunda seccional policial del departamento de Colonia, se registró un brote de abortos en vacas y vaquillonas Holando entre noviembre de 2024 y febrero de 2025. La morbilidad fue de 21%. El 27 de febrero de 2025 se remitió a DILAVE un feto abortado a término para su estudio. A la necropsia se constató un animal con bajo tamaño corporal, palatoquisis superior completa, braquignatismo e hidrocefalia interna. Las alteraciones más evidentes consistieron en la deformación esquelética de miembros anteriores y posteriores (con grados variables de hiperextensión y rotación supina), aumento de tamaño de las

articulaciones, y pronunciada escoliosis de la columna vertebral.

El 11 de marzo de 2025 se recibió una ternera Holando de 5 días de edad, proveniente de un establecimiento lechero localizado en la cuarta seccional policial de Florida. El motivo de consulta fue una elevada tasa de mortinatos y terneros nacidos con deformaciones en miembros (morbilidad de 20%) que afectó principalmente a las vaquillonas de primera cría paridas entre diciembre 2024 y marzo 2025. El animal remitido presentaba exoftalmia e imposibilidad para incorporarse debido a las severas deformaciones que presentaba en miembros anteriores. Las mismas consistieron en deformación de la cara articular carpiana del radio, aumento de tamaño e hiperflexión de las articulaciones del carpo y metacarpofalangianas, y la rotación del metacarpo sobre su eje longitudinal. Además, se observó escoliosis toracolumbar e hidrocefalia.

En ambos casos se extrajo sangre de los terneros para la detección de antígeno del virus de Diarrea Viral Bovina mediante técnica de ELISA, que resultaron negativas.

Se realizó la necropsia de ambos animales para realizar diagnóstico patológico integral. Se tomaron muestras de tiroides, pulmón, corazón, hígado, bazo, riñón, músculo esquelético, tendones, encéfalo y médula espinal, que fueron fijadas en formol bufferado 10% para histopatología. Se separaron el húmero, cúbito, radio, fémur, vértebras torácicas y lumbares, que fueron cortados sagitalmente para su estudio macroscópico. Posteriormente se tomaron muestras de los huesos que fueron embebidas en ácido nítrico 8% para su descalcificación. Todos los tejidos fueron reducidos, procesados por técnica histológica convencional, incluidos en bloques de parafina, cortados en secciones de 4 micras de espesor, y coloreados con Hematoxilina y Eosina (Lee, 1965).

La evaluación macroscópica de los huesos reveló la presencia de líneas difusas e irregulares, color rosado-amarillento, en las caras metafisarias de las fisas ("arrest lines") de los huesos largos y las vértebras. La histopatología de dichas regiones reveló el adelgazamiento de las placas de crecimiento, el cese de la osificación endocondral, y la presencia de trabéculas horizontales de hueso primario (Harris's lines) paralelas al cartílago de crecimiento en las metáfisis.

En encéfalo se observaron lesiones asociadas a la compresión de la sustancia blanca por la hidrocefalia, consistentes en la atrofia y degeneración de la corteza cerebral e hipocampo. No se observaron alteraciones histopatológicas de significación en los demás tejidos estudiados.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El diagnóstico de CCUO en los brotes descriptos se basó en la presentación clínica, epidemiológica y patológica de la enfermedad. Según información de la Base de Datos de la Unidad de Registros de Diagnósticos y Análisis (UNIRADD) de la DILAVE, en Uruguay existen 14 brotes de CCUO en bovinos, registrados entre los años 2010 y 2025, con morbilidades que oscilaron entre el 2% y 46%. En ganado lechero los brotes ocurrieron en otoño y en verano, en animales que cursaron el período de osificación endocondral fetal (entre 3 y 5 meses de gestación) durante los meses más secos (verano), y en los que recibieron mayor nivel de suplementación de silo y heno (invierno), respectivamente (Dutra, 2023; UNIRADD, 2025). Las lesiones macroscópicas e histológicas características de condrodistrofia ("arrest lines"), y la alta morbilidad que presentaron los brotes permite diferenciarlos de las condrodisplasias de origen genético (Dutra, 2023).

Las condrodistrofias de origen nutricional son frecuentes en animales de producción, a pesar que los reportes son escasos en Uruguay (Dutra, 2023). Alcanzar el diagnóstico etiológico no es posible la mayoría de las veces debido a los desfases temporales que existen entre la carencia nutricional y la aparición de las manifestaciones clínicas.

La ocurrencia de estas patologías se encuentra directamente relacionada con el manejo de la dieta en los sistemas de producción, particularmente en épocas de sequía y carencia de forraje. Se trata de una enfermedad que requiere investigación enfocada en la identificación de las deficiencias nutricionales que la provocan, de modo de prevenir la ocurrencia de los brotes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dutra, F. (2023). *Patología esquelética en bovinos, ovinos y equinos en Uruguay*. Libro de Resúmenes de la XIII Reunión Argentina de Patología Veterinaria y 17º Seminario de la Fundación C.L. Davis-S.W. Thompson, 4-6 Octubre 2023, Salta, Argentina, 1: 23-46

Dutra, F. (2024). Archivo Veterinario del Este – Año 2023. Arch. Vet. Este, 26.

Lee G.L. (1965). *Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Forces Institute of Pathology*, 3ºed, McGraw-Hill, New York, pp.176-177.

Schwartz, C. I., Bianchi, R. M., Vielmo, A., Piva, M. M., Gris, A. H., Pavarini, S. P., & Driemeier, D. (2023). Nutritional chondrodysplasia in cattle in Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 55(1), 26.

White, P. J., Windsor, P. A., Dhand, N. K., & Toribio, J. A. L. (2010). Risk factors for congenital chondrodystrophy of unknown origin in beef cattle herds in south-eastern Australia. *Preventive Veterinary Medicine*, 96(1-2), 36-48.

White, P. J., & Windsor, P. A. (2012). Congenital chondrodystrophy of unknown origin in beef herds. *The Veterinary Journal*, 193(2), 336-343.

REPORTE DE CASO: ABSCESOS MÚLTIPLES EN CABEZA Y CUELLO DE UN CARNERO TEXEL POR BACTERIAS MULTIRESISTENTES

Stephanie Lara^{1*}, Irene Benoit¹, Gabriela Rapetti¹, Sebastián Rossi¹, Leticia Diana², Elizabeth Lancaster², Laureana de Brun² y Victoria Iribarne Garay^{2*}

1- Unidad Académica Salud de los Rumiantes, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Ruta 8 km 18, Montevideo. Uruguay.

2- Unidad Académica de Microbiología, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Ruta 8 km 18, Montevideo. Uruguay.

*Autores de correspondencia: victoria.ribarnegaray@gmail.com y stephanielara1983@gmail.com

RESUMEN

Se presenta un caso clínico de un carnero Texel con abscesos múltiples con predominio en cabeza y cuello. El animal mostró signos progresivos de inflamación submandibular, fiebre y deterioro general. Se tomaron muestras de los abscesos, con hisopado y punción aspiración con aguja fina con los cuales se procedió a realizar la identificación del patógeno y antibiograma. Los estudios microbiológicos revelaron la presencia de *Staphylococcus non aureus* y una *Proteus mirabilis*, ambas multirresistentes a varias familias de antibióticos. El manejo incluyó tratamiento médico y medidas de bioseguridad. Se subraya la relevancia de implementar protocolos de vigilancia sanitaria activa en sistemas ovinos, integrando diagnóstico temprano de infecciones atípicas y medidas preventivas para mitigar el desarrollo de resistencia antimicrobiana.

SUMMARY

This report describes a clinical case of a Texel ram with multiple abscesses, mainly on the head and neck. The animal developed progressive submandibular inflammation, fever, and general deterioration. Samples from the abscesses were collected using swabs and fine-needle aspiration for pathogen identification and antimicrobial susceptibility testing. Microbiological studies identified *Staphylococcus non-aureus* and *Proteus mirabilis*, both showing high resistance to several families of antibiotics. The treatment plan included medical therapy and biosecurity measures. This case highlights the importance of establishing active health surveillance protocols in sheep farming systems, integrating early diagnosis of atypical infections and preventive strategies to mitigate the development of antimicrobial resistance.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades infecciosas en ovinos pueden generar pérdidas económicas significativas, especialmente cuando ocurren en animales reproductores (Moliso *et al.*, 2024). Las infecciones bacterianas pueden afectar la fer-

tilidad y la productividad de los carneros (Puerto y Novis, 2018), siendo crucial una detección y manejo oportunos. Este estudio describe un caso clínico con abscesos en cabeza y cuello en un carnero Texel en plena temporada de inseminación, subrayando la relevancia del diagnóstico microbiológico y el tratamiento dirigido.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Un carnero Texel de seis dientes, perteneciente a una cabaña ovina en el Departamento de Canelones, Uruguay fue evaluado tras presentar inflamación progresiva en la cabeza y deformación submandibular. El productor reportó un inicio insidioso del cuadro, con absceso en mandíbula que drenó espontáneamente. El cuadro progresó con más abscesos en cabeza, cuello, pecho y carpos; fiebre y depresión general. El tratamiento con yoduro de sodio al 60% (Actimol®) y penicilina-estreptomicina (Repén®) implementado por el productor previo a la consulta no mostró mejoría. Dado que la consulta tuvo lugar en plena zafra de inseminación, la principal inquietud del productor era que no había podido extraer semen del carnero.

El examen clínico evidenció abscesos múltiples con predominio en cabeza y cuello, sin compromiso de ganglios submandibulares ni parotídeos. La lengua no presentó ningún tipo de alteración y no se observaron lesiones en la cavidad oral. Se observó próxima emergencia de los incisivos externos, lo que podría ser el origen de la infección. Se procedió a realizar la asepsia de abscesos que drenaron naturalmente en la región del cuello y escápula izquierda. Además, se incidieron tres abscesos cerrados localizados en cabeza de los cuales drenó pus de características caseosa, color verde amarillento con olor pútrido marcado. De uno de ellos se tomó muestra con hisopo estéril mientras que de otro se realizó una punción aspiración con aguja fina con extendido en portaobjetos más la recolección del contenido para el diagnóstico bacteriológico. El líquido purulento se sembró en medio Agar Sangre ovina (5%) en condiciones de aerobiosis y anaerobiosis a 37°C, mientras que el extendido se realizó la tinción de Ziehl Neelsen. Los resultados

de laboratorio descartaron actinomicosis y tuberculosis, identificándose en su lugar una cepa de *Staphylococcus no aureus* y *Proteus mirabilis* (enterobacteria). El perfil de resistencia de *S. no aureus* mostró un patrón multirresistente (MDR), con resistencia a tetraciclinas (tetraciclina, doxiciclina), betalactámicos (penicilina, oxacilina, cefovecina, cefoxitina), macrólidos (eritromicina) y lincosamidas (lincomicina, clindamicina; y sensibilidad a ciprofloxacina, amoxicilina/clavulánico y gentamicina. De acuerdo a lo indicado por el Laboratorio, el gran crecimiento de estos agentes en los cultivos descarta la posibilidad que se trate de agentes contaminantes. Ante la resistencia a la penicilina-estreptomicina, se modificó el tratamiento a Gentamicina.

Dado lo novedoso de este tipo de aislamientos y del cuadro clínico en base a la casuística observada en la especie ovina en nuestro país, se consideró sumamente importante tomar medidas de bioseguridad para evitar la propagación a otros animales de la majada y se recomendó continuar con seguimiento clínico. La evolución del animal fue favorable y el tratamiento implementado fue efectivo.

DISCUSIÓN

El presente caso clínico está vinculado a una infección cutánea compleja en un carnero Texel, que muestra los desafíos asociados al manejo de infecciones bacterianas resistentes en ovinos.

La identificación de una cepa multirresistente de *S. no aureus* y *Proteus mirabilis* resalta la preocupación creciente por la resistencia antimicrobiana en el ámbito veterinario, especialmente en la especie ovina donde los reportes sobre perfiles de resistencia son más limitados (Hennessey *et al.*, 2020).

La respuesta clínica favorable al tratamiento instaurado, junto con el manejo efectivo de la infección, destaca el papel crucial de los diagnósticos precisos para guiar a los veterinarios en las decisiones terapéuticas adecuadas (Chan *et al.*, 2020).

Además, este caso aporta valiosos conocimientos sobre los patrones de resistencia antimicrobiana observados en ovinos en Uruguay, y pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo futuras investigaciones para comprender mejor la dinámica de las enfermedades infecciosas en esta especie.

CONCLUSIONES

Este caso destaca la relevancia del diagnóstico microbiológico preciso en enfermedades infecciosas ovinas y la necesidad de adaptar los tratamientos ante la resistencia antibiótica. La identificación de bacterias multirresistentes en un carnero reproductor subraya la importancia de medidas de bioseguridad estrictas para evitar su diseminación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chan, K. W., Bard, A. M., Adam, K. E., Rees, G. M., Morgans, L., Cresswell, L., ... & Buller, H. (2020). Diagnostics and the challenge of antimicrobial resistance: a survey of UK livestock veterinarians' perceptions and practices. *Veterinary Record*, 187(12), e125-e125.

Hennessey, M., Whatford, L., Payne-Gifford, S., Johnson, K. F., Van Winden, S., Barling, D., & Häslar, B. (2020). Antimicrobial & antiparasitic use and resistance in British sheep and cattle: A systematic review. *Preventive veterinary medicine*, 185, 105174.

Moliso, M. M., Molla, W., Arke, A., Nana, T., Ayele Zewudie, F., Tibebu, A., ... & Knight-Jones, T. (2024). The impact of the herd health interventions in small ruminants in low input production systems in Ethiopia. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1371571.

Puerto da Silva, I y Novis Pereira, R. (2018). Evaluación diagnóstica de epididimitis contagiosa por *Brucella ovis* en carneros Texel en un establecimiento comercial. Tesis de grado. Montevideo-Udelar. FV.

EVALUACIÓN CLÍNICA DE UNA AUTOVACUNA PARA LA PREVENCIÓN DE LA QUERATOCONJUNTIVITIS INFECCIOSA BOVINA

Sebastián Rossi^{1,2*}, Sara Alvarez², Valentina Skuras³, Eliana Rodríguez³, José Betancurt³, Laureana De Brun³.

1- Unidad Académica Salud de Rumiantes, Depto. Producción Animal y Salud de los Sistemas Productivos, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

2- Departamento de Explotaciones Agropecuarias, Servicio de Veterinaria y Remonta del Ejército Nacional, Uruguay.

3- Unidad Académica Microbiología, Depto. Patobiología, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

*Autor de correspondencia: sebastianrossihernandez@gmail.com

RESUMEN

La Queratoconjuntivitis Infecciosa Bovina (QIB) es la enfermedad ocular más común en el ganado y es altamente contagiosa. En este proyecto se evaluó clínicamente la eficacia de una autovacuna en comparación con una vacuna comercial en terneros Hereford en un establecimiento con antecedentes de Queratoconjuntivitis infecciosa bovina. Se formaron tres grupos de 19 animales de raza Hereford: uno recibió la vacuna comercial, otro la autovacuna y el tercero permaneció sin vacunación. Se realizó un seguimiento clínico durante 147 días posvacunación para identificar signos de la enfermedad durante el estudio, además se realizó hisopado conjuntival a los animales con lesiones para identificar el agente causal. A lo largo del estudio no se encontraron diferencias en el número de animales afectados entre grupos. Sin embargo, solo se pudo observar lesiones irreversibles (G3) en el grupo no vacunado. La bacteria *Moraxella spp.* se aisló de casos de queratoconjuntivitis en todos los grupos. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que la autovacuna contra QIB no está asociada con una disminución en la incidencia de los signos clínicos en los animales inmunizados.

SUMMARY

Bovine Infectious Keratoconjunctivitis (IBK) is the most common ocular disease in cattle and is highly contagious. This project clinically evaluated the efficacy of an autovaccine compared to a commercial vaccine in Hereford calves at a facility with a history of bovine infectious keratoconjunctivitis. Three groups of 19 Hereford animals were formed: one received the commercial vaccine, another the autovaccine, and the third remained unvaccinated. Clinical monitoring was conducted for 147 days post-vaccination to identify signs of the disease during the study, and conjunctival swabs were performed on animals with lesions to identify the causal agent. Throughout the study, no differences were found in the number of affected animals between groups. However, irreversible lesions

(G3) were only observed in the unvaccinated group. The bacteria *Moraxella spp.* were isolated from cases of keratoconjunctivitis across all groups. The results obtained in this study suggest that the autovaccine against IBK is not associated with a reduction in the incidence of clinical signs in the immunized animals.

INTRODUCCIÓN

La Queratoconjuntivitis Infecciosa Bovina (QIB) es una enfermedad ocular altamente contagiosa que afecta al ganado vacuno y tiene un impacto económico significativo a nivel mundial y en nuestro país. Los principales agentes causales reportados en Uruguay son *Moraxella bovis* y *Moraxella bovoculi* (Sosa et al., 2015). La enfermedad tiende a incrementarse en primavera y verano debido a la mayor radiación ultravioleta, que daña las células epiteliales de la córnea, y factores de manejo como el estrés y la mala nutrición, que disminuyen la respuesta inmunitaria (Arnold, 2012). Existen diversas vacunas comerciales para prevenir la QIB, pero su eficacia en condiciones de campo es cuestionable, estudios previos indican que algunas vacunas no reducen el riesgo de infección ni se observan diferencias en el peso de los animales vacunados en comparación con los no vacunados (O'Connor et al., 2019). Un estudio reciente evaluó tres vacunas comerciales utilizadas en el país y los resultados mostraron que, aunque algunas de estas vacunas lograron generar altos niveles de anticuerpos, ninguna fue capaz de proporcionar una inmunidad efectiva (Nin & Ortiz de Taranco, 2022). Este problema podría estar relacionado con la gran diversidad entre los diferentes aislamientos de *M. bovis*, lo que significa que las variantes presentes en las vacunas no siempre coinciden con las que están circulando en la región (Lepper et al., 1992). Dada la diversidad antigenica y la capacidad de mutación de *M. bovis*, los resultados de la vacunación en Uruguay son inconsistentes. Por ello, el objetivo de este trabajo fue comparar la protección a campo de una autovacuna elaborada con microorganismos aislados del establecimiento afectado con una vacuna comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se llevó a cabo en un predio comercial criador ubicado en Santa Teresa (Rocha). La metodología experimental de este proyecto cuenta con la aprobación de la Comisión Honoraria de Experimentación Animal, número de protocolo 1921 aprobado por CEUA. Se utilizaron terneros y terneras de la raza Hereford, nacidos durante la primavera 2024. Estos animales se encontraban en condiciones de crianza a campo natural al pie de la madre, en un establecimiento con antecedentes de la enfermedad, pero que no fueron inmunizados previamente. Se formaron tres grupos: VC: (n=19) vacuna comercial conteniendo *M. bovis* inactivada (incluyendo los serotipos C, D y E), además de *Moraxella bovoculi* y *Moraxella ovis*; AV: (n=19) autovacuna elaborada a partir de aislamientos de *M. bovis* obtenidos en el establecimiento; CL: (n=19) sin vacunación (grupo control). Los protocolos de inmunización siguieron las recomendaciones de los fabricantes de las vacunas, la primera dosis se realizó a mediados de diciembre (D0) y la revacunación 30 días después (D30). Los muestreos se realizaron al día 0, 30, 60, 106 y 147 de forma consecutiva. Al D0 se registró el grado de pigmentación ocular de ambos ojos en cada animal, para evaluar la relación entre dicho grado de pigmentación y la presencia de enfermedad clínica. Durante los muestreos se realizó un seguimiento clínico detallado de todos los animales evaluando ambos ojos, con el registro de cualquier signo clínico que pueda ser indicativo de la enfermedad en cuestión, empleando un score clínico de puntuación (1 al 4) conforme a la gravedad y al pronóstico de las lesiones oftalmológicas observadas, los grados 1 y 2 comprenden lesiones reversibles, el grado 3 son lesiones irreversibles y el grado 4 se considera la

curación (Cardozo, 2007). En los casos que se detectaron lesiones, se realizó un hisopado conjuntival para identificar el agente causal. Se realizaron cultivos bacterianos e identificación bioquímica en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Veterinaria, utilizando Agar sangre ovina al 4%, para observar posible hemólisis. Además, se generó un banco de las cepas aisladas para futuros estudios. Se realizó un análisis descriptivo de los datos y se analizaron por el test CHi².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizó la distribución de grados clínicos de enfermedad en función de cada grupo durante los diferentes muestreos (D0, D30, D60, D106, D147). Al D30 se realizó el booster, y se pudo observar en el grupo VC un animal con grado 1 y otro con grado 2 (2/19), en el grupo AV se observó un animal con grado 1 (1/19), y en el grupo CL se observó un animal con grado 1 (1/19).

Al D60, en el grupo VC se observaron tres animales con grado 2 y uno con grado 4 (4/19), del grupo AV se observaron cuatro animales con grado 2 y uno con grado 1 (5/19), y del grupo CL se observó un animal con grado 3, dos con grado 2 y tres con grado 1 (6/19). Ambas fechas D30 y D60 fueron en los meses de verano, siendo esta última en donde se espera encontrar una mayor respuesta de anticuerpos.

Al D106, en el grupo VC se observaron dos animales con grado 4, dos con grado 2 y tres con grado 1 (7/19), en el grupo AV se observaron dos animales con grado 4 y seis con grado 1 (8/19), y del grupo CL se observaron dos animales con grado 4, dos con grado 2 y cuatro con grado 1 (8/19).

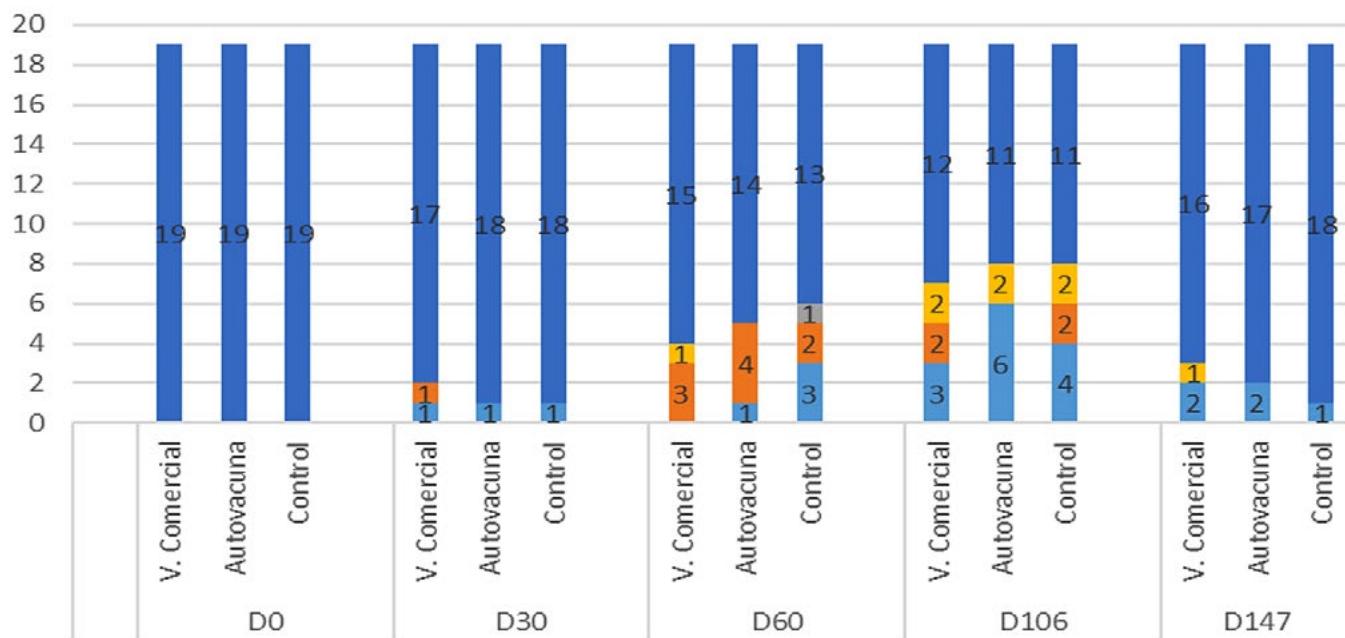


Figura 1. Cantidad de animales con Queratoconjuntivitis bovina según grado de lesión por grupo de estudio.

Al D147, en el grupo VC se observó un animal con grado 4 y dos con grado 1 (3/19), en el grupo AV se observaron dos animales con grado 1 (2/19), y del grupo CL se observó un animal con grado 1 (1/19) (Figura 1). Estas fechas fueron en los meses de otoño.

A lo largo del ensayo, todos los grupos presentaron signos clínicos con variabilidad en el grado de las lesiones. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre los grupos, ni en la cantidad total de animales afectados ni en la distribución de los grados de lesión. En dos estudios distintos que evaluaron la efectividad de una autovacuna específica se encontró que no hubo diferencias significativas en la incidencia de la enfermedad entre los animales inmunizados con la autovacuna y el grupo control (Davidson & Stokka, 2003; O'Connor et al., 2011).

Al D106, se observó la mayor cantidad de signos clínicos en todos los grupos, los cuales en su mayoría correspondían a un grado 1 de la enfermedad. A su vez, no existieron diferencias significativas entre el número de animales enfermos, independientemente de los distintos grados de lesión, entre ninguno de los grupos.

Entre las diferentes vacunas utilizadas, la autovacuna realizada por un laboratorio particular con aislados de temporadas previas del establecimiento no se diferenció de la vacuna comercial con las cepas establecidas internacionalmente. Esto puede sugerir tener que utilizar nuevos aislamientos para la elaboración de las autovacunas.

El análisis microbiológico de hisopados subconjuntivales resultó en el aislamiento de colonias con características compatibles con *Moraxella spp.* en placas de agar sangre lo que confirma la presencia de la enfermedad en el rodeo.

Del total de animales, el 22% presentó una pigmentación ocular del 100%; el 45% tenía una pigmentación ocular variable y el restante 31% no presentaba pigmentación (Tabla 1).

De los animales con un 100% de pigmentación ocular, el 8% presentó síntomas clínicos compatibles con QIB; en el caso de los animales con pigmentación variable, el 65% presentó lesiones; y de los animales sin pigmentación un 61% presentó lesiones. Esto sugiere que los animales con pigmentación ocular del 100% presentan una menor susceptibilidad a la enfermedad. En otros estudios se ha observado que los ejemplares de la raza Hereford con mayor pigmentación ocular tienen una menor incidencia de QIB en comparación con aquellos con menor pigmentación y

cruzas de Hereford (Ward & Nielson, 1979).

CONCLUSIONES

En este trabajo no se observaron diferencias en el número de animales enfermos entre los grupos inmunizados y el control. Además, entre los grupos vacunados, no se encontraron diferencias entre la autovacuna y la vacuna comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnold, M. (2012). Infectious Bovine Keratoconjunctivitis (Pinkeye) in Cattle. *University of Kentucky Collage of Agriculture*, 1-4.
- Cardozo, E. (2007). Diseño de un score clínico de lesiones oftalmológicas producidas por QCBI, para ser empleado en condiciones de campo. *5° Jornadas Técnicas Veterinarias*, Montevideo, Uruguay, p 56.
- Davidson, H., & Stokka, G. (2003). A field trial of autogenous *Moraxella bovis* bacterin administered through either subcutaneous or subconjunctival injection on the development of keratoconjunctivitis in a beef herd. *Canadian Veterinary Journal*, 44(7), 577-580.
- Lepper, A. W., Moore, L. J., Atwell, J. L., & Tennent, J. M. (1992). The protective efficacy of pili from different strains of *Moraxella bovis* within the same serogroup against infectious bovine keratoconjunctivitis. *Veterinary Microbiology*, 32(2), 177-187.
- Nin, M., & Ortiz de Taranco, M. (2022). *Evaluación de vacunas comerciales para la prevención de la queratoconjuntivitis infecciosa bovina* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- O'Connor, A., Cooper, V., Censi, L., Meyer, E., Kneipp, M., & Dewell, G. (2019). A 2-year randomized blinded controlled trial of a conditionally licensed *Moraxella bovoculi* vaccine to aid in prevention of infectious bovine keratoconjunctivitis in Angus beef calves. *Journal of veterinary internal medicine*, 33(6), 2786-2793.
- Sosa, V., Umpierrez, A., Acquistapace, S., & Zunino, P. (2015). *Virulence genes in Moraxella spp. isolates from infectious bovine keratoconjunctivitis cases*. *Journal of infection in developing countries*, 9(9), 1028-1032.
- Ward, J., & Nielson, M. (1979). Pinkeye (Bovine Infectious Keratoconjunctivitis) in Beef Cattle. *Journal of Animal Science*, 49(2), 361-366.

Tabla 1: Cantidad de animales con lesión de Queratoconjuntivitis infecciosa bovina según grado de pigmentación ocular.

Grado de pigmentación	Total de animales	%	Animales enfermos	%
Totalmente pigmentado	13	22%	1	8%
Pigmentación variable	26	45%	17	65%
Sin Pigmentación	18	31%	11	61%

TRANSMISIÓN VERTICAL DEL VIRUS DE LA LEUCOSIS BOVINA Y SU RELACIÓN CON LA CARGA VIRAL

Yisel Cuello¹, Abraham Noda¹, Bettina Rodriguez¹, Belén Coitiño¹, Valentina Skuras¹, Laureana De Brun¹

1- Departamento de Patobiología, Unidad de Microbiología, Facultad de Veterinaria, Udelar. Ruta 8 y 102 Km 18 Montevideo, Uruguay

*laureanadebrun@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar la transmisión vertical del virus de la leucosis bovina (BLV) según la carga proviral en vacas Holando en preparto y analizar la presencia de otros patógenos de interés productivo. Se trabajó con 30 vacas de un tambo comercial. Se determinó el nivel de anticuerpos y carga proviral mediante ELISA y droplet digital PCR (ddPCR), y se analizó la presencia de diarrea viral bovina (BVD) y *Neospora caninum*. Se realizaron guardias de parto y se obtuvieron muestras sanguíneas de los terneros recién nacidos previo a la toma de calostro y al día 7, 30 y 180. El establecimiento presentó una seroprevalencia de BLV de 72% (73/102). De las 30 vacas monitoreadas, 24/30 eran BLV+, siendo 6 de alta carga (25%). Se observó un 23,3% (7/30) de transmisión vertical y que el 50% de las vaquillonas de alta carga parían terneros positivos, no existiendo una asociación significativa ($p=0,113$). Al nacimiento, 2 terneros fueron positivos a anticuerpos. A la semana, 28 seroconvirtieron, y 1 nuevo ternero fue positivo a PCR. Se analizó por ddPCR muestra del tanque de leche, resultando positiva y se analizaron por Nested PCR (nPCR) 16 calostros, de los cuales se detectó el virus en uno de ellos correspondiente a una vaquillona de alta carga. Con respecto a otros patógenos, un 93% (28/30) fue seropositivo a BVD y un 10% (3/30) a *Neospora caninum*, siendo estas últimas positivas tanto a BLV como a BVD, demostrando la coinfección entre estos virus. Se demostró la transmisión vertical de BLV, lo que sugiere la incorporación de estrategias de control en etapas tempranas de la vida.

SUMMARY

The objective of this study was to analyze the vertical transmission of bovine leukemia virus (BLV) based on proviral load in prepartum Holstein cows and to examine the presence of other pathogens of productive interest. The study included 30 cows from a commercial dairy farm. Antibody levels and proviral load were determined using ELISA and droplet digital PCR (ddPCR), and the presence of bovine viral diarrhea (BVD) and *Neospora caninum* was analyzed. Calving surveillance was performed, and

blood samples were collected from newborn calves before colostrum intake and at days 7, 30, and 180. The farm had a BLV seroprevalence of 72% (73/102). Among the 30 monitored cows, 24/30 were BLV+, with 6 classified as high proviral load (25%). Vertical transmission was observed in 23.3% (7/30) of cases, and 50% of heifers with a high proviral load gave birth to positive calves, although no significant association was found ($p=0.113$). At birth, 2 calves tested positive for antibodies. By the first week, 28 had seroconverted, and 1 additional calf tested positive by PCR. A bulk tank milk sample was tested by ddPCR, yielding a positive result, and 16 colostrum samples were analyzed by Nested PCR (nPCR), detecting the virus in one of them, which corresponded to a high-load heifer. Regarding other pathogens, 93% (28/30) of cows were seropositive for BVD and 10% (3/30) for *Neospora caninum*. The latter cases were also positive for both BLV and BVD, demonstrating co-infection among these viruses. Vertical transmission of BLV was confirmed, suggesting the need to implement control strategies early in life.

INTRODUCCIÓN

El BLV se encuentra ampliamente distribuido en los rodeos lecheros a nivel mundial y presenta altas prevalencias en nuestro país, lo que significa una importante barrera y condicionante en cuanto a precios y mercados para la exportación. El 90% de los animales infectados son asintomáticos (aleucémicos o con linfocitosis persistente), produciendo pérdidas productivas importantes. El virus se transmite por vía horizontal y vertical, por el pasaje de linfocitos infectados con el virus, siendo la iatrogenia la principal vía de contagio. Se han observado distintos niveles de carga proviral en animales infectados (alta: HPL y baja: LPL), siendo esto importante si consideramos que la capacidad de transmisión viral entre bovinos, está influenciada por la carga proviral (Juliarena et al., 2016; Mekata et al., 2015). El objetivo de este trabajo fue determinar cómo influye la carga proviral en la transmisión vertical en un tambo comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un tambo comercial de Florida se realizó el seguimiento de parto de 30 madres de las cuales 24 eran BLV+

y 6 BLV-. Se determinó la carga proviral de cada madre mediante ddPCR. Se realizaron guardias de parto durante 21 días, se tomaron muestras de sangre de cada hijo previo a la ingesta de calostro y se analizaron por ELISA indirecto y por ddPCR (De Brun et al., 2022) los días 0, 7, 30 y 180. También se procesaron 16 calostros de madres BLV+ (8 de HPL y 8 de LPL) por nPCR (De Brun, 2018) y se analizó una muestra del tanque de leche. También, mediante ELISA indirecto, se analizó la presencia de DVB y *Neospora caninum* en las madres seleccionadas. Luego, se analizaron los datos mediante análisis descriptivo y la prueba de Chi².

Este estudio contó con la aprobación del protocolo por la Comisión Honoraria de Experimentación Animal CHEA. N°1816.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El establecimiento lechero presentó una seroprevalencia de BLV de 72% (73/102). En el grupo de vacas estudiadas este fue de 80% (24/30), el cual es un porcentaje esperado (Riet Correa et al., 2019). Entre las categorías se evidenciaron seropositividades de 57% en vaquillonas y 95% en vacas. De este establecimiento se estudiaron 30 animales pre parto (12 vaquillonas y 18 vacas), obteniendo 24 madres positivas, siendo 6 de alta carga (25%) que corresponden a 4 vaquillonas y 2 vacas. Estas 4 vaquillonas de alta carga corresponden al 13,33% del total de animales, mientras otros autores han observado que 9,8% de las vaquillonas previo al primer parto presentan alta carga proviral (Merlini et al., 2016).

Con respecto a los terneros estudiados 23,3% (7/30) nacieron positivos a ddPCR, siendo todos hijos de madre positivas (3 vaquillonas y 4 vacas) y de estos, 2 fueron de alta carga y 5 de baja carga. Este resultado es superior de lo descrito en investigaciones similares que determinaron un 7,6% de transmisión intrauterina (Quadros et al., 2024) y 8% de transmisión vertical en un establecimiento de Colonia-Uruguay (Maurente et al., 2023). Se observó un 23,3% de transmisión vertical y que el 50% de las vaquillonas de HPL parían terneros BLV+ aunque no se encontraron asociaciones significativas ($p=0,113$) que se relacionen con la carga proviral preparto. En cuanto a la presentación de anticuerpos (Ac) al nacimiento, antes de ingerir el calostro 2/30 tenían Ac para BLV, lo que indica una transmisión intrauterina. A la semana de nacidos, 28/30 tenían Ac, esto se cree debido a que los animales ingerían calostro de un banco calostral que proviene del rodeo de alta prevalencia de BLV. La transmisión de BLV vía calostro/leche fue 1/30 en los primeros 7 días. Se analizaron 16 calostros de madres positivas mediante nPCR y se evidenció un calostro po-

sitivo correspondiente a una vaquillona HPL. Cabe destacar que los animales no solo tomaban el calostro de su madre, sino que también se les administraba de un banco proveniente del rodeo. Además se detectó por ddPCR en el tanque de leche la presencia del virus, por lo tanto, tanto calostro como leche podrían efectuar como fuentes de transmisión (Gutiérrez et al., 2015; Quadros et al., 2024). Con respecto a otros patógenos de interés, y su relación con el BLV, de 30 madres involucradas en el proyecto, el 93% fue seropositivas a DVB. Esto es esperado dada la alta prevalencia de este virus en predios lecheros (De Brun 2022) y es importante ya que junto al BLV son dos potentes virus inmunosupresores. De 24 animales positivos a BLV, 22 son positivos a DVB, descartando la presencia del Ag en los 2 animales DVB negativos mediante PCR. En cuanto a *Neospora caninum*, se obtuvo una seroprevalencia de 10% (3/30), la cual es inferior de lo reportado a nivel lechero (22,3%) (Macchi et al., 2020). Las 3 madres positivas, son también positivas tanto a BLV como a DVB, viendo la coinfección entre estos virus y otros patógenos, y de ellas 2/3 transmitieron vía transplacentaria, ya que sus hijos nacieron positivos a *Neospora caninum*. Se demostró la transmisión vertical de BLV, lo que sugiere tener que incorporar estrategias de control en etapas tempranas de la vida, y la existencia de la coinfección de enfermedades, que podría estar asociado a una mayor susceptibilidad de infecciones, destacándose la necesidad de obtener Una Salud del rodeo integral. Más estudios se deben continuar realizando para contribuir en el control de la Leucosis Bovina.

BIBLIOGRAFÍA

De Brun, M. L. (2018). *Análisis longitudinal del virus de la leucosis bovina enzoótica (BLV) en vaquillonas holando infectadas naturalmente e impacto sobre la respuesta inmune de los animales*. Tesis de Maestría. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo.

De Brun, M. L. (2022). *Diagnóstico, inmunidad y vacunación en bovinos: avances en los principales virus que afectan la producción nacional*. Tesis de Doctorado. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo.

De Brun, M. L., Cosme, B., Petersen, M., Alvarez, I., Folgueras-Flatschart, A., Flatschart, R., Panei, C. J., & Puentes, R. (2022). Development of a droplet digital PCR assay for quantification of the proviral load of bovine leukemia virus. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation : Official Publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticicians, Inc*, 34(3), 439–447.

Gutiérrez, G., Lomonaco, M., Alvarez, I., Fernandez, F., & Trono, K. (2015). Characterization of colostrum from

dams of BLV endemic dairy herds. *Veterinary Microbiology*, 177(3-4), 366–369.

Juliarena, M. A., Barrios, C. N., Ceriani, M. C., & Esteban, E. N. (2016). Hot topic: Bovine leukemia virus (BLV)-infected cows with low proviral load are not a source of infection for BLV-free cattle. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4586–4589.

Macchi, M. V., Suanes, A., Salaberry, X., Fernandez, F., Piaggio, J., & Gil, A. D. (2020). Epidemiological study of neosporosis in Uruguayan dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 179, 105022.

Maurente, M., Andrade, A., Pereira, G., Fernández-Ciganda, S., Fraga, M., Giannitti, F., Menchaca, A., da Silva, C. *Virus de la leucosis bovina: detección posnatal de la infección congénita en terneros Holstein*. En Centro Médico Veterinario Paysandú (Ed.) *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. L, pp. 264-266). Paysandú: CMVP

Mekata, H., Sekiguchi, S., Konnai, S., Kirino, Y., Horii, Y., & Norimine, J. (2015). Horizontal transmission and phylogenetic analysis of bovine leukemia virus in two districts of Miyazaki, Japan. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 77(9), 1115–1120.

Merlini, R., Gutiérrez, G., Alvarez, I., Jaworski, J. P., Carignano, H., Poli, M., Willems, L., & Trono, K. (2016). Bovine leukemia virus becomes established in dairy herds before the first lactation. *Archives of Virology*, 161(11), 3215–3217.

Quadros, D. L., Puhl, K., Ribeiro, V. A., Frandoloso, R., & Kreutz, L. C. (2024). The transmission of bovine leukemia virus to calves occurs mostly through colostrum and milk. *Veterinary World*, 17(12), 2918–2924.

Riet Correa F., Monesiglio M.C., Pritsch O. (2019) *Leucosis enzoótica bovina en Uruguay: hacia dónde vamos?* En Centro Médico Veterinario Paysandú (Ed.) *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. XLVII, pp. 51-53). Paysandú: CMVP.

DOS PROTOCOLOS DE IATF: RESULTADOS DE PREÑEZ, EFECTO DE LA CC Y CORRELACIÓN CON LA CALIDAD SEMINAL

Samira Zagía, Evelin Moncalvo¹, Victoria Pons y Serafín Ceriani²

1- Estudiante de Facultad de Veterinaria, CENURLN-Universidad de la República.

1- Departamento de Ciencia Veterinarias y Agrarias, Facultad de Veterinaria, CENURLN.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de dos protocolos de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), un protocolo 14 días y otro de 7 días, en vacas de cría con destete temporal, todas con al menos 40 días postparto, registrando la condición corporal (CC). Se trabajó con 1308 vacas de las razas Angus y Hereford, en las que se realizaron protocolos de IATF de 14 (7-7) y 7 (7D) días. El trabajo se realizó en un establecimiento comercial de Paysandú, Uruguay, evaluando CC al inicio de los protocolos, y la calidad seminal mediante el sistema CASA. Los resultados encontrados evidencian una tendencia ($p=0,0683$) entre el protocolo 7-7 (51,79 \pm 9,2%) en comparación con el 7D (46,56 \pm 7,5%). Se encontró una relación positiva entre la CC y la tasa de preñez ($p<0,0001$), siendo más altas en vacas con CC \geq 4. Sin embargo, no se evidenció una correlación significativa entre los parámetros de calidad seminal y la tasa de preñez para cada toro/partida.

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the efficacy of two fixed-time artificial insemination (FTAI) protocols, a 14-day protocol and a 7-day protocol, in temporarily weaned breeding cows, all at least 40 days postpartum, recording body condition (BC). A total of 1308 Angus and Hereford cows were studied, in which FTAI protocols were performed at 14 (7-7) and 7 (7D) days. The study was conducted at a commercial establishment in Paysandú, Uruguay, evaluating BC at the start of the protocols and semen quality using the CASA system. The results showed a trend ($p=0.0683$) between the 7-7 protocol (51.79 \pm 9.2%) compared to the 7D protocol (46.56 \pm 7.5%). A positive relationship was found between CC and pregnancy rate ($p<0.0001$), being higher in cows with CC \geq 4. However, no significant correlation was evidenced between semen quality parameters and pregnancy rate for each bull/batch.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva afecta de forma importante el resultado económico de la producción de carne, siendo

esta una limitante para el crecimiento del rubro. En Uruguay, la eficiencia reproductiva ha sido baja en general, pero existen tratamientos hormonales que ayudan a mejorar la fertilidad del ganado de cría. Estos métodos permiten sincronizar el ciclo reproductivo de las vacas para aumentar la tasa de preñez, facilitando así el manejo del rodeo y mejorando la producción de terneros.

La inseminación artificial (IA) es una biotecnología reproductiva que existe desde hace mucho tiempo, pero su uso masivo es más reciente gracias a la creación de métodos específicos que la hacen más efectiva y se debe principalmente al uso de protocolos que hacen posible la IA sin detección de celo, accediendo además el servicio de un gran número de animales en un período corto de tiempo, conocido como IATF. Recientemente se ha reportado un protocolo al que nombran 7-7 Synch (Andersen, et al., 2021) tiene mayores tasas de preñez respecto a los de 7 días. Considerando que la mayoría de las vacas de cría están en anestro al inicio de la temporada de servicio, este protocolo ha sido modificado a nivel nacional, agregándole una dosis de eCG, denominándose protocolo 7-7 Synch + eCG; (N. Chifflet. Tesis de grado).

El uso de CASA es una herramienta computarizada que permite evaluar de manera rápida y precisa la calidad espermática. Este método sustituye los análisis tradicionales, reduciendo sesgos y variabilidad en los resultados por causas humanas. Proporcionando evaluaciones objetivas y confiables, optimizando la obtención de datos de una muestra de forma rápida.

El objetivo del trabajo fue evaluar los resultados de tasas de preñez en vacas de cría, mediante la implementación de diferentes protocolos de IATF, el efecto de la condición corporal y la calidad seminal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el departamento de Paysandú, Uruguay, en un predio comercial, donde se trabaja con las razas Hereford y Angus y sus cruzas. Para el trabajo se contó con 1308 vacas de cría con ternero al pie primíparas y multíparas con un mínimo de 40 días postparto, sometidas a dos protocolos de IATF, a las cuales se registró la condición corporal al momento del inicio del protocolo utilizando la escala del 1 al 8.

Para el protocolo IATF 7-7, al día -17 las vacas fueron sometidas a una evaluación genital por medio de palpación rectal para evaluar el estado fisiológico reproductivo al inicio; el mismo día se administran 2 mg de D cloprostenol (PG) intramuscular y se colocaron dispositivos intravaginales de 1,2g de progesterona (P4). Al día -10 se administraron 2 mg de Acetato de Buserelina (GnRH) intramuscular y se colocó tablilla nasal a los terneros para control de amamantamiento. Al día -3 se retiró el dispositivo de P4, se administró una dosis PG y otra de 400 UI de eCG, (n=514).

Para el protocolo IATF 7D, el día -10 se realizó la evaluación genital mediante palpación rectal para clasificar las vacas según estado fisiológico y se administró una dosis de GnRH, se colocó un dispositivo intravaginal de 0,6g de P4 y colocación de tablillas nasales para control de amamantamiento (n=794).

Luego del día -3 ambos tratamientos fueron manejados de la misma manera, y a las 54 a 60 horas se realizó la IATF con inyección de una dosis de GnRH, en el momento y se retiraron las tablillas nasales a los terneros (Figura 1). A partir del día 35 se realizó ultrasonografía transrectal para realizar el diagnóstico de gestación.

Para este trabajo se utilizó semen congelado de 8 toros que fueron previamente analizados, 6 de ellos mediante sistema CASA y 2 toros que fueron analizados por técnicos entrenados de forma subjetiva en cámara Makler, todos estos análisis previos fueron realizados en el Laboratorio de Reproducción animal Dr. Alfredo Ferraris. Para la correlación entre calidad seminal y preñez se tomaron solamente los toros que contaban con información CASA, donde se evaluaron factores de cinética espermática, concentración (CONC) y número total de espermatozoides (NTE).

Los datos de preñez fueron analizados mediante el procedimiento GLIMMIX en SAS, utilizando un modelo

binomial para la preñez. Se realizó la comparación de medias con el método Tukey y para los datos de calidad seminal se analizó la correlación de los resultados CASA con la preñez de cada toro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para los tratamientos se encontró una tendencia ($p=0,068$) entre los tratamientos 7-7 y 7D ($51,79 \pm 9,24\%$ y $46,56 \pm 7,48\%$ respectivamente) (Tabla 1). Esto se alinea con lo reportado por (Andersen, et al., 2021), quienes encontraron que protocolos de 14 días de P4, incluye una sincronización más prolongada, la incorporación de eCG, mejora la sincronización ovulatoria y, por consiguiente, la tasa de preñez en vacas con cría al pie.

Los resultados del estudio en cuanto a la condición corporal al inicio de los protocolos evidencian un efecto significativo sobre la preñez obtenida independientemente de protocolo ($p>0,0001$), donde vacas con $CC \geq 4$ ($56,54 \pm 7,92\%$) mostraron una preñez mayor que las vacas con una $CC \leq 3$ ($40,64 \pm 12,67\%$), mientras que vacas con $CC = 3,5$ ($50,42 \pm 12,67\%$) mostraron una preñez mayor que las que tenían una $CC \leq 3$ (Figura 2). Este resultado sugiere que la CC, como reflejo del balance energético y nutricional del animal, es un determinante crítico para el éxito reproductivo. Esto podría estar asociado a que animales con $CC \geq 4$ cuentan con mayores reservas energéticas, lo cual favorece la regulación hormonal necesaria para la ovulación, la implantación embrionaria

Tabla 1: Resultado de preñez IATF 7-7 vs 7D.

Protocolo	% Preñez
IATF 7-7	$51,79 \pm 9,2\%$ ^a
IATF 7D	$46,56 \pm 7,5\%$ ^b

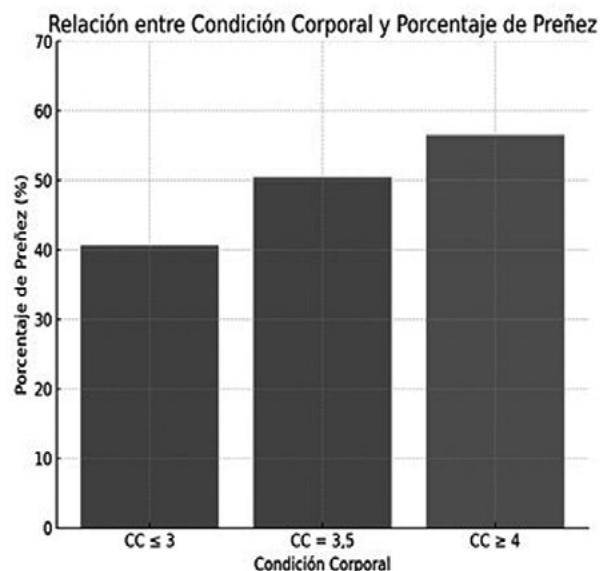


Figura 1: Protocolo de IATF 7-7 y 7D. (GnRH: Acetato de buserelina; DT: Destete temporal; PG: D cloprostenol; eCG: Gonadotropina coriónica equina; CC: condición corporal; IATF: Inseminación a tiempo fijo).

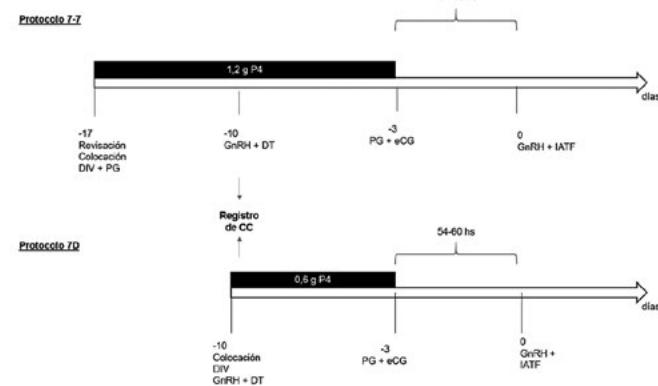


Figura 2: Resultados de preñez según CC al inicio.

y el mantenimiento de la preñez. Contrariamente una condición corporal baja podría estar asociada a desequilibrios metabólicos, afectando negativamente la capacidad para sostener una preñez. Esto concuerda con lo propuesto por Menchaca et al. (2013), quienes resaltaron la importancia de la condición corporal en la respuesta a los tratamientos hormonales, demostrando que vacas con condición corporal óptima ($CC \geq 4$) presentan índices reproductivos superiores, mientras que aquellas con condición corporal baja ($CC \leq 3$) tienen menores tasas de preñez.

En este estudio no se encontró una correlación significativa entre los parámetros de cinética espermática y concentración evaluados mediante el sistema CASA y las tasas de preñez para cada toro. Esto difiere con lo reportado por Astore y Serraute (2025), quienes afirmaron que parámetros de cinética espermática como BCF, STR y HAC y CONC y NTE muestran una correlación significativa con la fertilidad *in vivo*, lo que les permite mencionarlos como predictores de éxito reproductivo en protocolos de IATF a campo. Esta diferencia demuestra la necesidad de continuar realizando estudios, con un mayor número de servicios y toros, complementarios que integren un análisis más amplio de variables y permitan aclarar en qué condiciones los parámetros podrían ser utilizados de manera confiable como predictores de fertilidad en protocolos de IATF a campo.

CONCLUSIONES

La inclusión de GnRH en protocolos de 14 días en vacas con cría al pie ha mostrado una tendencia a mejorar las tasas de preñez, especialmente en animales en anestro. Sin embargo, los resultados no han sido consistentemente significativos, por lo que se requiere mayor investigación para confirmar su efectividad bajo distintas condiciones productivas, lo que sugiere que podría ser una alternativa efectiva, especialmente cuando se implementa junto con un adecuado manejo nutricional para mejorar la condición corporal de las vacas. Si bien no se encontraron efectos significativos entre la calidad seminal y la tasa de preñez, este aspecto requiere una evaluación más profunda en futuras investigaciones para determinar su impacto en la fertilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andersen, C. M., Bonacker, R. C., Smith, E. G., Spinka, C. M., Poock, S. E., & Thomas, J. M. (2021). Evaluation of the 7 & 7 Synch and 7-day CO-Synch + CIDR® protocols for estrus synchronization of beef cows prior to fixed-time artificial insemination with conventional or sex-sorted semen. *Animal Reproduction Science*, 235, 106892. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106892>

Menchaca, A., Núñez, R., de Castro, T., García Pintos, C., & Cuadro, F. (2013). Implementación de programas de IATF en rodeos de cría. INIA Uruguay

Chifflet, N. (2007). Uso de eCG en tratamientos para inseminación artificial a tiempo fijo y su efecto sobre la tasa de preñez obtenida durante los primeros 30 días de servicio en vacas de cría (Tesis de grado, Universidad de la República, Facultad de Veterinaria). Montevideo, Uruguay.

Astore, F., & Serraute, S. (2024). Relación entre parámetros de cinética espermática, obtenidos por sistema de evaluación seminal asistido por computadora (CASA), y fertilidad *in vivo* en protocolos de IATF con semen bovino criopreservado (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.

CASO COLECTIVO DE FIEBRE CATARRAL MALIGNA EN VACAS LECHERAS EN SAN JOSÉ, URUGUAY

Víctor Rodríguez¹; Emiliano Rivas¹; Marcos Schanzembach¹; Sergio González³; Sirley Rodríguez²; Raúl Negro²; Edgardo Gianneechini¹; Carolina Matto¹

1- Laboratorio Regional Noroeste DILAVE "Miguel C. Rubino", Ruta 3 Km 369, Paysandú, 60000. Uruguay.

Autor de correspondencia: Víctor Rodríguez victorodriguezoviedo@gmail.com

2- Departamento Virología. Laboratorio DILAVE Central

3- Veterinario libre ejercicio

RESUMEN

Se describe un brote colectivo de Fiebre Catarral Maligna en vacas en ordeñe diagnosticado por el Laboratorio Regional Noroeste de DILAVE en febrero 2025 en Uruguay. De un total de 500 vacas la morbilidad fue de 3,4% y la mortalidad 2,4%. Los animales afectados presentaban opacidad corneal bilateral, baja en la producción de leche, depresión, anorexia y perdida de estado corporal, muriendo en los días posteriores. Se realizó una necropsia de una vaca observando opacidad corneal bilateral, esplenomegalia y lesiones multifocales blanquecinas irregulares en corteza renal. Al examen histopatológico se observó vasculitis con degeneración fibrinoide en vasos de mediano calibre en riñón, corazón y tracto digestivo, encefalitis linfocítica, uveítis bilateral y ruminitis erosiva. Las muestras de tejido fresco fueron positivas al Herpes virus ovino tipo 2 (OvHV-2) por PCR. Conviviendo con las vacas lecheras había un lote de 40 ovinos los cuales se presume fueron la fuente de infección para los bovinos.

SUMMARY

An outbreak of Malignant Catarrhal Fever in milking cows was diagnosed by the Laboratorio Regional Noroeste (DILAVE) in February 2025. In a herd of 500 cows, the morbidity rate was 3.4%, and the mortality of 2.4%. Affected animals showed decreased milk production, bilateral corneal opacity, depression, anorexia, loss of body condition, and died in the subsequent days. A necropsy was performed on one cow; the main gross findings were bilateral corneal opacity, splenomegaly, and irregular whitish multifocal lesions in the cortex of both kidneys. At histopathology, there was vasculitis with fibrinoid degeneration in medium-caliber vessels in the kidney, heart, and alimentary tract, lymphocytic encephalitis, bilateral uveitis, and erosive ruminitis. Fresh tissue samples tested positive for Ovine Herpesvirus type 2 (OvHV-2) by PCR. A flock of 40 sheep shared the paddock with the herd of dairy cows, which was likely the source of infection for the cattle.

INTRODUCCIÓN

La Fiebre catarral maligna (FCM) es una enfermedad multisistémica causada por gamma herpesvirus del género Macavirus, con distribución mundial (Barros et al., 2006; Prelasco et al., 2013). Afecta principalmente bovinos, bisontes y cérvidos (Barros et al., 2006). En Uruguay se ha comprobado que la FCM es provocada por el Herpes virus Ovino tipo 2 (OvHV-2), debido al pastoreo conjunto de ovinos y bovinos (Prelasco et al., 2013). La FCM se caracteriza por fiebre, depresión, ulceración de las superficies mucosas, opacidad corneal bilateral y trastornos del sistema nervioso, con un curso clínico progresivo culminando en la muerte (OToole & Li 2014). Debido a que esta enfermedad provoca lesiones ulcerativas en el tracto digestivo se incluye dentro del diferencial de fiebre aftosa. El objetivo de este trabajo es describir un caso colectivo de Fiebre Catarral Maligna en Bovinos Lecheros.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El foco ocurrió en la 5^a seccional del departamento de San José, en un establecimiento Lechero. Al momento de la visita (febrero 2025) según relato del propietario iban muriendo en goteo 12 vacas en ordeñe y había 5 vacas enfermas (Morbilidad 3,4% y Mortalidad 2,4%). El predio contaba con 500 vacas en ordeñe y 40 ovinos, la extensión del mismo era de 40 ha, por lo cual las vacas eran alimentadas *ad libitum* en comederos con silo de maíz, silo de cebada, alfalfa cortada y picada (Figura 1 A). La majada se encontraba con el lote de vacas en ordeñe en el mismo potrero, cuya extensión era de 10 ha. El problema comenzó en enero 2025, observándose baja en la producción, depresión, anorexia, perdida de estado corporal, opacidad corneal bilateral (quedan ciegas), muriendo en el mismo día o en los días posteriores. Durante la visita se examinaron 5 vacas enfermas (4 vacas y 1 vaquillona), que presentaban bajo estado corporal, mucosas levemente ictericas, diferentes grados de opacidad corneal bilateral, depresión. En ninguno de los animales

se observaron lesiones a nivel de la mucosa oral. Se tomaron muestras de sangre y suero a todos los animales examinados.

Se realizó eutanasia y necropsia de una vaca Holando 8D. Los principales hallazgos de necropsia se observaron en cavidad abdominal: bazo aumentado de tamaño (esplenomegalia), riñones con múltiples focos irregulares de color blanco en corteza y adenomegalia mesentérica. Mientras que, en la cabeza, ambos ojos presentaban opacidad corneal (Figura 1 B). Se colectaron muestras refrigeradas y en formol al 10% de bazo, hígado, bilis, riñón, pulmón, ganglios, corazón, rumen, abomaso, retículo, intestino delgado y grueso, adrenal, globo ocular y encéfalo, sangre y suero para histopatología, bacteriología y virología. El estudio histopatológico y la bacteriología se realizó en el Laboratorio Regional Noroeste DILAVE. Para histopatología se cortaron piezas de los diferentes órganos fijados en formol bufferado al 10%. Los mismos fueron incluidos en parafina, cortados en secciones de 5 micras y teñidos con Hematoxilina- Eosina (H-E). Muestras de bilis, ganglio mesentérico, hígado, pulmón y bazo cultivadas en aerobiosis no tuvieron desarrollo bacteriano. El hemograma de esta vaca presentaba leucopenia y linfopenia severa. Las lesiones más destacadas en histo-

patología fueron vasculitis con degeneración fibrinoide en arteriolas de mediano calibre en riñón, corazón y tracto digestivo (Figura 1 C), encefalitis linfocítica (Figura 1 D), uveítis bilateral y ruminitis erosiva. Muestras de bazo, hígado, ganglio mesentérico y pulmón procesadas mediante la técnica de PCR por la sección de virología del Laboratorio central de DILAVE, fueron positivas al Herpes virus ovino tipo 2 (OvHV-2).

DISCUSIÓN

En este caso los resultados del laboratorio fueron concluyentes con fiebre catarral maligna asociado al Herpes virus Ovino tipo 2 (OvHV-2). Las características del predio donde había una gran carga de animales (500 bovinos y 40 ovinos) en 40 ha favorecieron el contacto estrecho de la especie susceptible con los ovinos. Además, enfermaron varios animales (morbilidad de 3,4%), siendo que en Uruguay predominan los casos individuales de la enfermedad (Prelasco et al., 2013). Esto podría asociarse a la alta carga animal y la convivencia en el mismo potrero de ovinos y bovinos. Al igual que este caso, otros reportes regionales (Prelasco et al., 2013) mencionan que la enfermedad ocurre principalmente en primavera-verano. Esto podría relacio-

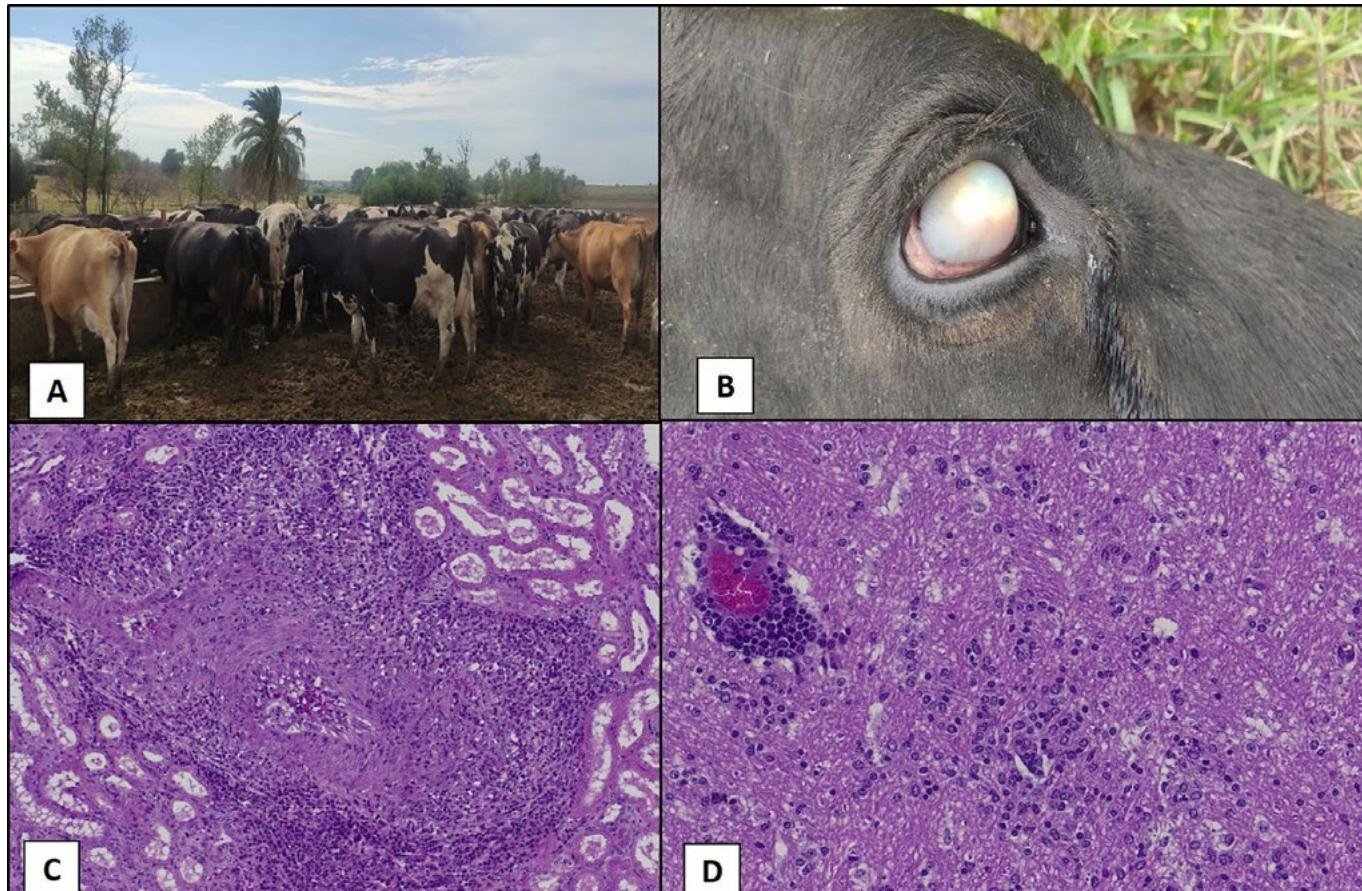


Figura 1. Caso colectivo de Fiebre Catarral Maligna en Bovinos: A rodeo de vacas en ordeñe que compartían el potrero con la majada de ovinos. B vaca en ordeñe con opacidad corneal bilateral severa difusa. C riñón vasculitis y degeneración fibrinoide de arteriola, HE 100X. D encéfalo (ganglio basal) manguito perivascular constituido por linfocitos, infiltración del neuro parénquima por linfocitos y gliosis HE 150X.

narse a la trasmisión del virus por parte de los ovinos adultos por secreciones nasales a los corderos dentro de los primeros 2 a 3 meses de vida (Uzal et al., 2016). Los síntomas clínicos son variables entre los animales afectados, en este caso en animales examinados durante la visita no se observaron lesiones macroscópicas en cavidad oral y tracto digestivo. En ese sentido varios autores mencionan la ausencia de lesiones de tipo ulcerativo en mucosas (O'Toole & Li 2014; Uzal et al., 2016). Por lo cual es importante una necropsia y colecta de materiales que involucre la mayoría de órganos y sistemas a fin de obtener la mayor información posible. Es una enfermedad que en Uruguay en los últimos 5 años es de presentación esporádica (4 focos) (UNIRADD 2025), probablemente asociado a que el stock ovino ha disminuido considerablemente en los últimos años.

CONCLUSIONES

Dada las particularidades del predio donde ocurrió el brote (alta carga animal, convivencia de diferentes especies productivas), es importante realizar un abordaje que incluya anamnesis, signos clínicos, necropsia completa con colecta y remisión de materiales al laboratorio con el fin de poder alcanzar un diagnóstico concluyente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, C.S.L., Driemeier, D., Dutra, I.S., & Lemos, R.A. (2006). Febre Catarral Maligna (FCM). AGNS (Ed.), Doenças do sistema nervoso de bovinos no Brasil (1^a ed., pp. 36-43). AGNS.

O'Toole, D., & Li, H. (2014). The Pathology of Malignant Catarrhal Fever, With an Emphasis on Ovine Herpesvirus. *Veterinary Pathology*. 2,51 (2), 437-452. <https://doi.org/10.1177/0300985813520435>.

Prelasco, M., Easton, M.C., Paullier, C., Rivero, R., Moraes, D.F., Godoy, I., Dutra, V., & Nakazato, L. (2013). Diagnóstico de febre catarral maligna em bovinos do Uruguai. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*. 33(1), 52-56.

Uzal, F.A., Plattner, B.L., & Hostetter, J.M. (2016). Alimentary System. Maxie, M.G (Ed), Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology Domestic Animals (6 ed, Vol. 2, pp. 131-136). Elsevier

ESTUDIO RETROSPECTIVO DE SEMEN BOVINO CRIOPRESERVADO EVALUADO EN EL LABORATORIO DE REPRODUCCIÓN ANIMAL “ALFREDO FERRARIS” DESDE EL AÑO 2019 AL 2024

María Victoria Pons¹, Gisella García¹, Micaela Rodano¹, Jorge Gil¹*

1- Departamento de Ciencias Veterinarias y Agrarias, Facultad de Veterinaria, Laboratorio de Reproducción Animal, Cenur Litoral norte, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay. Ruta 3, Km 363.

*Autor de correspondencia: victoriaponsromero@gmail.com

RESUMEN

La evaluación de la calidad seminal se torna importante previo a realizar las inseminaciones para evitar usar muestras de semen no aptas e impactar negativamente en la fertilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar la proporción y el motivo de que las muestras resulten no aptas desde el año 2019 al 2024. Se encontró que el 22% de las muestras recibidas, listas para comercializar y/o comercializadas resultaron no aptas y que el principal motivo por el cual fueron consideradas no aptas fue la morfología. Por otro lado, se encontró un efecto importante de los meses de verano sobre la calidad de la producción de dosis de semen crio preservadas. Esto resalta la importancia de la evaluación de la calidad seminal de las muestras a utilizar previo a las inseminaciones.

SUMMARY

Assessing semen quality becomes important before performing inseminations to avoid using unsuitable semen samples and negatively impacting fertility. The objective of this study was to evaluate the proportion and reasons for unsuitable samples from 2019 to 2024. It was found that 22% of the samples received, ready for sale, and/or marketed were unsuitable, and that the main reason was morphology. Furthermore, cryopreserved semen doses produced during the summer months had a significant impact on the quality. This highlights the importance of semen quality evaluation prior its use in inseminations.

INTRODUCCIÓN

La calidad del semen influye en gran medida en el éxito de las inseminaciones y en las tasas de concepción alcanzadas (Mekonnen y col., 2010, Kebede, 2018). Varios factores pueden variar la calidad seminal (genética, raza, edad), incluyendo el medio ambiente y factores de manejo (estación del año, nutrición, técnica de colecta y el proceso de criopreservación hasta su distribución). Las condiciones de almacenamiento, transporte y el manejo al utilizarlo también afectan (Pardede y col., 2020).

La valoración de la motilidad espermática es uno de los parámetros más usados, ya que es excluyente que los espermatozoides la desarrollen para asegurar que lleguen al sitio de fecundación y penetren el ovocito (López y col., 2012). En el Mercosur se establece que luego del descongelado las muestras de semen bovino deben de tener un porcentaje mayor al 30% de espermatozoides morfológicamente normales con movimiento progresivo (Resolución 46/996, Grupo Mercado Común, 1996). La morfología espermática normal y la fertilidad en toros se relacionan positivamente (Hammerstedt, 1996; Saacke y White, 1972) aunque la magnitud de esta relación aún permanece incierta. Además de menos del 30% de morfoanomalías espermáticas totales, los defectos de cabeza no deberían superar el 15-20%, y los defectos de colas y acrosomas deberían ser menores al 25% (Vilanova y Balladares, 2005). La concentración espermática en la dosis es otro parámetro relevante a determinar en la evaluación seminal por su relación con la fertilidad; la concentración estándar de una dosis de semen debe ser de 5 a 10 millones de células móviles progresivas (Uslenghi, 2016), aunque generalmente se toma como límite 8 millones.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la proporción y el motivo de que las muestras resulten no aptas desde el año 2019 al 2024.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Laboratorio de Reproducción Animal “Alfredo Ferraris” (LRA) recibió muestras de semen criopreservado provenientes de centros de reproducción nacionales, de importadores de semen y de veterinarios de libre ejercicio. Una vez recibidas, fueron analizadas siguiendo el mismo protocolo desde el año 2019 al 2024. Para la evaluación, cada pajuela se la dejó airear por 5 segundos y luego sumergidas en baño maría por 40 segundos a 35-37°C, luego se secaron con papel sobre la platina térmica (37°C), dejándolas estabilizar durante 5-10 minutos antes de abrirlas. De rutina se analizaban 2 dosis en pool de cada lote a evaluar (fecha de colecta), aunque en al-

gunos casos se recibía una única pajuela. Para el análisis se vaciaron en tubos eppendorf sobre la platina térmica, se homogenizaron y alícuotas de 3 μ L se colocaron en la cámara de evaluación (Makler o Leja). Se registraban cuatro campos con el sistema CASA (Androvision) y se guardaba el informe. Las muestras en diluyentes no clasificados donde no fue posible la evaluación en el CASA se montó en cámara Makler para determinar concentración y motilidad progresiva de forma subjetiva cuantitativa. Una vez evaluada la cinética espermática, se fijaban las muestras de semen con formol salino, homogenizando previo a tomar una gota de 8-10 μ L con cubreobjetos (18x18 mm). Los frotis se observaron en microscopio (x600-1000) con contraste de fase para evaluar la morfología (100-200 espermatozoides). Los parámetros de clasificación eran en patologías mayores (anormalidades en la cabeza, gotas proximales, crestas y cráteres nucleares, anormalidades en la pieza media, formas inmaduras, colas fuertemente enrolladas) y menores (colas dobladas, cabezas sueltas, cabezas grandes o pequeñas). El criterio para dar apta una muestra fue de >35% de motilidad progresiva, >6 millones de espermatozoides progresivos en la dosis, <10% de una misma patología no compensable, <15% de patologías mayores y <30% de patologías totales.

Luego de procesadas todas las muestras de cada año se completó un Excel con el nombre del reproductor, lote (fecha de colecta), raza, centro de origen, resultado (Apto, no apto o semen sexado), y el motivo en caso de que la muestra haya resultado no apta (motilidad progresiva, morfología, concentración).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los años 2019 al 2024 fueron procesadas 7426

muestras de semen bovino criopreservado, el 79% de las muestras evaluadas fueron de razas de carne, siendo la raza predominante el Aberdeen Angus (44%), seguida por la raza Hereford (22%), Brangus (6%) y otras de carne (7%). Del total de muestras de raza de leche evaluadas (21%), el 19% correspondió a la raza Holando, mientras que el restante 2% a Jersey y Kiwi. A lo largo de los años siempre predominó el análisis de muestras de la raza Aberdeen Angus (Figura 1, A). El 63% de las muestras evaluadas fueron procesadas por centros nacionales, utilizándolas como control de calidad previa a la venta en su mayoría. Desde el año 2019 al 2023 predominaron las muestras procesadas provenientes de centro nacionales, mientras que en 2024 el 60% de las muestras eran de muestras importadas (Figura 1, B).

Del total de las muestras evaluadas en todos los años el 22% resultaron no aptas. Este porcentaje varió entre 14 y 29% (figura 2A). Se debe considerar que el laboratorio no contaba con información de la alimentación, tratamientos y examen andrológico de los reproductores. De todas formas, se considera que este porcentaje de muestras no aptas es alta y que en caso de que se utilicen en inseminaciones sin evaluar previamente podrían generar una gran disminución de la preñez en la misma. En el año 2023 la proporción de muestras no aptas de acuerdo al mes de colecta de las muestras fue variable a lo largo de los meses, destacando que en el mes de enero solo el 20% de las muestras resultaron aptas (Figura 2B). Acumulando los meses de diciembre, enero y febrero el 60% de las muestras resultaron no aptas. Este mayor porcentaje de muestras no aptas puede estar relacionado a que en los meses de verano puede estar alterada la espermatogénesis y el almacenamiento de los mismos debido a el estrés calórico al que pueden estar

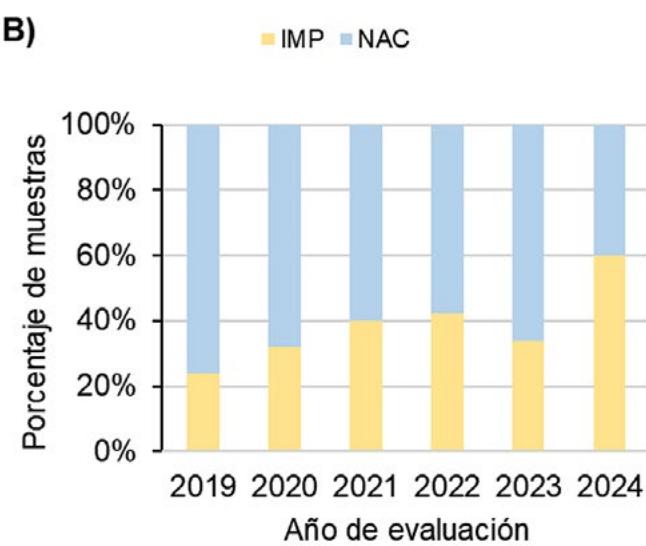
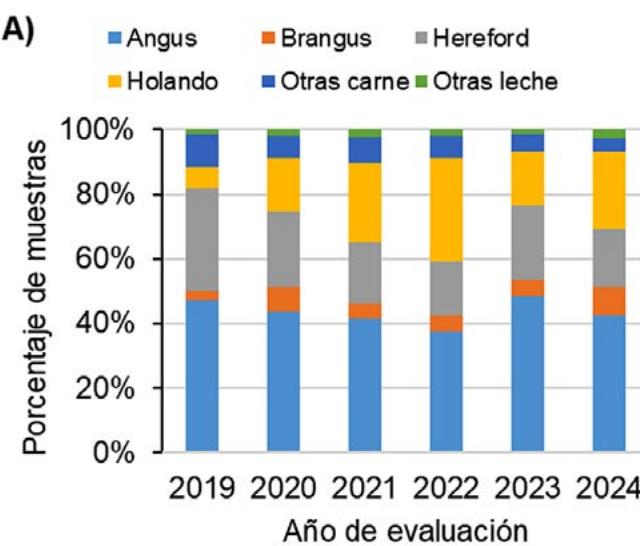


Figura 1: Porcentaje de muestras evaluadas en el LRA desde el año 2019 al 2024 por raza (A), y por origen de las muestras (B; NAC: nacionales, IMP: importadas).

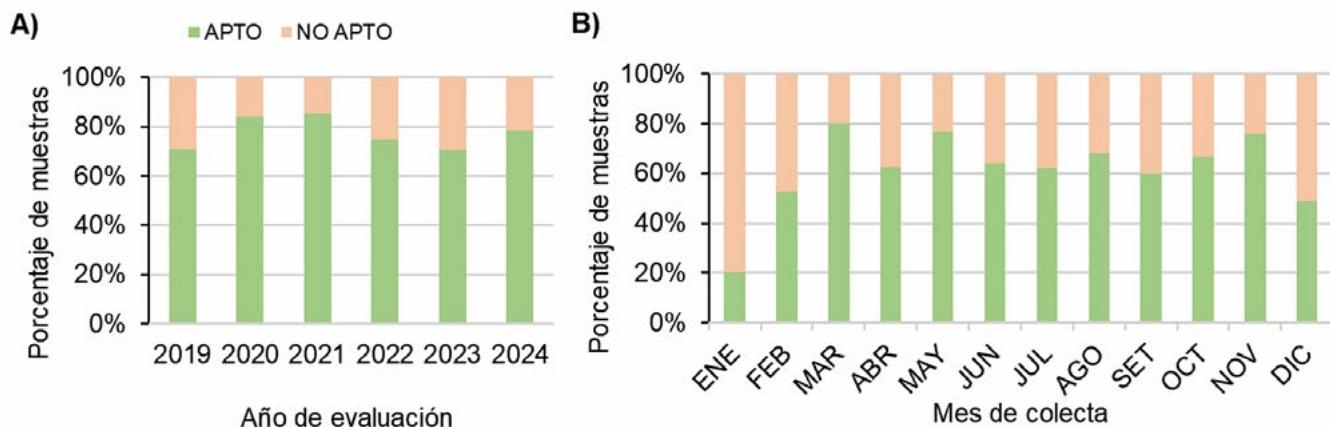


Figura 2: Porcentaje de muestras evaluadas que resultaron aptas y no aptas desde el año 2019 al 2024 (A) y durante el año 2023 a lo largo de los meses de colecta (B).

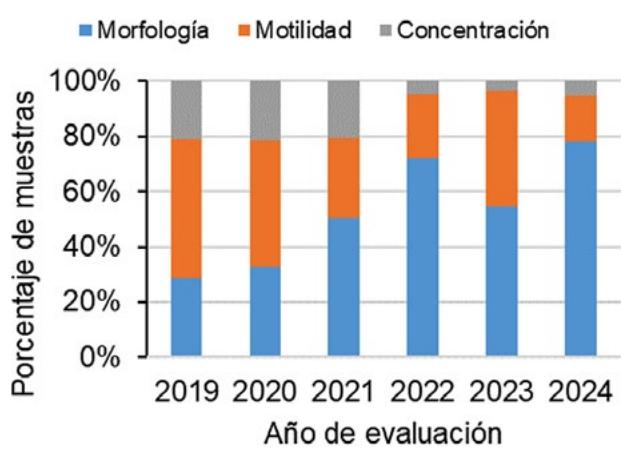


Figura 3: Porcentaje de muestras no aptas de acuerdo al motivo por el cuál fueron clasificadas como no aptas.

sometidos los reproductores.

El principal motivo por el cual las muestras fueron clasificadas como no aptas desde el año 2019 al 2024 fue por morfología (51%), seguido por la motilidad (37%) y luego por la concentración (12%, Figura 3).

CONCLUSION

En el Laboratorio de Reproducción Animal “Dr. Alfredo Ferraris” se encontró que el 22% de las muestras recibidas, listas para comercializar y/o comercializadas resultaron no aptas y que el principal motivo por el cual fueron consideradas no aptas fue la morfología, ya que sobrepasaron los parámetros recomendados. Esto resalta la importancia de la evaluación de la calidad seminal de las muestras a utilizar previo a las inseminaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hammerstedt, R.H. (1996). Evaluation of sperm quality: Identification of the subfertile male and courses of action. *Animal Reproduction Science*, 42(1-4), 77-87.

Kebede A. (2018). Review on factors affecting success of artificial insemination. *International Journal of Current Research and Academic Review*, 6(5), 42-49. <https://doi.org/10.20546/ijcrar.2018.605.008>

López García, M., Urbano Felices, A., & Cárdenas Povedano, M. (2012). *Manual de laboratorio para el análisis del semen*. Barcelona: OmniaScience Scholar.

Mekonnen, T., Bekana, M., & Abayneh, T. (2010). Reproductive performance and efficiency of artificial insemination smallholder dairy cows/heifers in and around Arsi-Negelle, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 22(3), 61.

Pardede, B., Agil, M., Yudi, Y., & Supriatna, I. (2020). Relationship of frozen-thawed semen quality with the fertility rate after being distributed in the Brahman Cross Breeding Program. *Veterinary World*, 13(12), 2649-2657.

Saacke, R. G., & White, J. M. (1972). Semen quality tests and their relationship to fertility. En *Proceedings of the 4th Technical Conference on artificial insemination and reproduction* (Vol. 22). Columbia: National Association of Animal Breeders.

Uslenghi, G. (2016). Factores que afectan la eficiencia reproductiva en bovinos para carne inseminados a tiempo fijo: sal de estradiol, sincronización de la ovulación y calidad seminal (Tesis de doctorado). Facultad de Ciencias Veterinarias U.N.C.P.B.A., Buenos Aires.

Vilanova, F., & Ballarales, B. (2005). La evaluación andrológica: justificación y métodos. En *Manual de Ganadería Doble Propósito* (pp. 498-503). Ediciones Astro Data.

BROTE DE TÉTANOS EN TERNEROS ASOCIADO A CASTRACIÓN CON LIGADURA GOMA

Sabrina Pimentel¹, Marcela Preliasco², Ximena Salaverry³, Fabiana Paula¹, Joaquín Armua², Florencia Pieruccioni², Pablo Losser⁴ y Fabiana López¹*

1- DILAVE, Tacuarembó. DGSG, MGAP. Ruta 5, Km 386.

* Autor por correspondencia: jpimentel@mgap.gub.uy

2- DILAVE, Montevideo, Departamento de Patobiología. DGSG, MGAP. Ruta 8, Km. 17.500.

3- DILAVE, Montevideo, Departamento de Bacteriología. DGSG, MGAP. Ruta 8, Km. 17.500.

4- Bachiller. Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo, Ruta 8, Km 18.

RESUMEN

Se describe un brote de tétanos en terneros ocurrido tras la castración por ligadura con anillo de goma (elastración). El objetivo fue caracterizar clínica y epidemiológicamente el brote y describir la metodología empleada para realizar el diagnóstico etiológico. En un curso de 2 a 3 días los animales afectados desarrollaron un cuadro de parálisis espástica de musculatura esquelética con desenlace fatal. Las tasas de morbilidad, mortalidad y letalidad fueron del 46,3%, 16,4% y 35,5%, respectivamente. El diagnóstico etiológico se realizó mediante aislamiento microbiológico de *Clostridium tetani* e inoculación de suero de un animal enfermo en ratón. El tratamiento con antibióticos y suero antitetánico mostró efectividad solo en etapas tempranas de la enfermedad. La vacunación previa con solo una dosis de toxoide tetánico no previno el brote, lo que resalta la importancia de estrategias adecuadas de inmunización y manejo sanitario.

SUMMARY

A tetanus outbreak in calves following castration by rubber ring ligation (elastration) is described. The objective was to clinically and epidemiologically characterize the outbreak and to describe the methodology used for the etiological diagnosis. Within 2 to 3 days, the affected animals developed spastic paralysis of skeletal muscles, with a fatal outcome. The morbidity, mortality, and case fatality rates were 46.3%, 16.4%, and 35.5%, respectively. The etiological diagnosis was confirmed through microbiological isolation of *Clostridium tetani* and by inoculating serum from an affected animal into mice. Treatment with antibiotics and tetanus antitoxin was effective only in the early stages of the disease. Prior vaccination with a single dose of tetanus toxoid failed to prevent the outbreak, highlighting the importance of appropriate immunization strategies and sanitary management.

INTRODUCCIÓN

Tétanos es una enfermedad infecciosa, no transmisible, letal, que afecta el sistema nervioso de animales y humanos, cuya manifestación clínica típica es la parálisis espástica de la musculatura esquelética. El agente etiológico es *Clostridium tetani*, una bacteria gram positiva, anaeróbica, ubicua en el suelo, formadora de esporas altamente resistentes que favorecen su perpetuación en el ambiente y de exotoxinas que constituyen sus factores de patogenicidad (Constable et al., 2017; Popoff, 2020). Para que la enfermedad se produzca, las esporas deben ser inoculadas en tejidos de animales susceptibles, generalmente a través de una herida profunda generando las condiciones para la producción de tetanoespasmina (TeNT), la neurotoxina responsable del cuadro clínico (Constable et al., 2017; Popoff, 2020).

El objetivo de este trabajo es describir un brote colectivo de tétanos ocurrido en Uruguay que afectó a un lote de terneros castrados medianteelastración, así como la metodología que se utilizó para realizar el diagnóstico etiológico de la enfermedad.

DESCRIPCIÓN DE BROTE Y DIAGNÓSTICO

En un establecimiento de cría y engorde de ganado localizado en la 10° seccional policial del departamento de Paysandú, 164 terneros machos, cruda, de entre 6 y 9 meses de edad, fueron castrados medianteelastración (ligadura con anillo de goma) a finales del mes de julio de 2024. Tres meses antes los terneros habían sido vacunados con una dosis de vacuna anticlostrídial polivalente que incluye antígenos inactivados de *Cl. tetani*. Las primeras manifestaciones clínicas se observaron 20 días después de la castración y consistieron en marcha rígida, orejas erguidas, y protrusión del tercer párpado. Posteriormente, el cuadro evolucionó a decúbito lateral, extensión y espasticidad muscular de las extremidades, trismo mandibular, opistotónos, estertores respiratorios, sialorrea, convulsiones y muerte (Fig. 1A, 1B). El curso de la enfermedad fue de 2 a 3 días y afectó un total de

76 terneros. El veterinario actuante realizó el diagnóstico clínico de tétanos e instauró un tratamiento a base de antibióticos (bencilpenicilina + dehidroestreptomicina) y suero antitetánico. Únicamente se recuperaron los animales que fueron tratados al inicio del cuadro clínico. En un período de 15 días la mortalidad y letalidad registradas fueron de 16,4% y 35,5 %, respectivamente. Técnicos de la DILAVE Tacuarembó concurrieron al establecimiento para realizar necropsia y toma de muestras para la confirmación etiológica.



Figura 1. Ternero castrado mediante elastración, mostrando cuadro clínico característico de tétanos: A. Parálisis espástica de musculatura esquelética. B. Trismo mandibular, sialorrea espumosa.

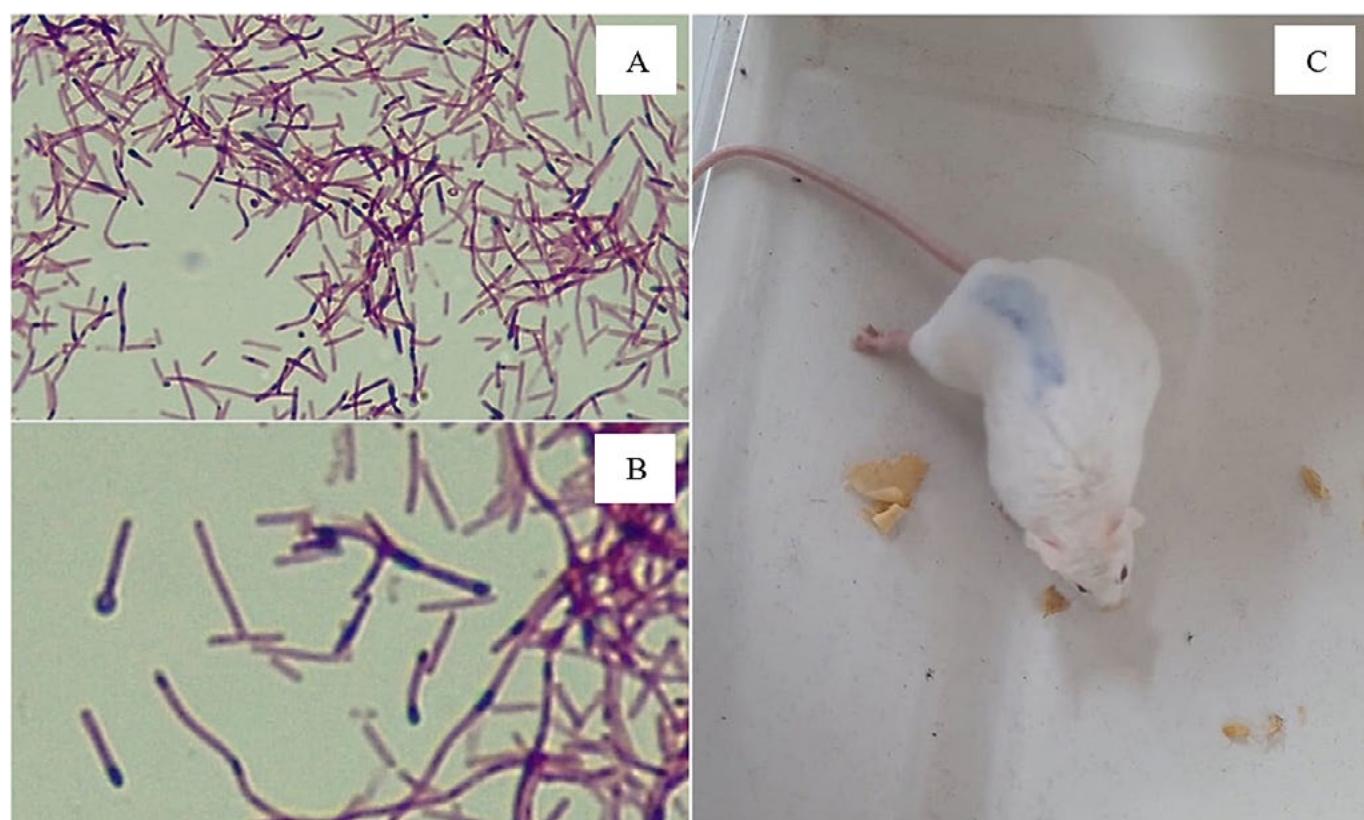


Figura 2. A. Cultivo puro de *Clostridium tetani* obtenido a partir de muestra de pulmón de ternero muerto por tétanos. B. Posición terminal de esporas de *Clostridium tetani* ("palillo de tambor" o "raqueta de tenis"). C. Ratón inoculado con suero de ternero con tétanos mostrando el cuadro clínico característico de tetanía en roedores (hiperextensión de miembro posterior).

muestras refrigeradas se sembraron en agar sangre 5% y las placas se incubaron en condiciones de anaerobiosis a 37° C. A las 48 horas se observó el crecimiento de colonias puras compatibles con *Cl. tetani* en la siembra de pulmón (Fig. 2A, 2B). Paralelamente se inocularon 0,2 ml de suero de un animal enfermo en un ratón Swiss CF1, siguiendo los procedimientos descritos por Quinn et al. (1994). A las 24 horas el ratón mostró signos característicos de tétanos (Fig. 2C) y murió a las 48 horas. En la histopatología no se observaron lesiones de significación patológica.

DISCUSIÓN

El presente trabajo describe el brote de tétanos en bovinos de mayor magnitud registrado hasta el momento en la Base de Datos de la Unidad de Registros de Diagnósticos de DILAVE (UNIRADD), en la que existen 31 focos de tétanos reportados en rumiantes, de los cuales 20 (64,5%) son brotes de ovinos y 11 (35,5%) de bovinos. A su vez, de 11 brotes de bovinos sólo 4 fueron colectivos, siendo el brote objeto de este trabajo el único que presentó una morbilidad mayor al 10% y/o más de 9 animales afectados. Probablemente los principales factores predisponentes para la ocurrencia del brote descripto están relacionados con un esquema incompleto de vacunación anticiostrídial y la elastración (descripta como una de las prácticas zootécnicas más peligrosas para contraer tétanos) (Driemeier et al., 2007; Quevedo et al., 2011; Constable et al., 2017). El cuadro clínico fue característico de tétanos lo cual facilitó el diagnóstico presuntivo y la aplicación del tratamiento específico. Sin embargo, tal como se describe en la bibliografía, su efectividad dependió de la rapidez con que se aplicó, no siendo efectivo en animales que presentaron un cuadro avanzado (Driemeier et al., 2007; Quevedo et al., 2011; Constable et al., 2017; Popoff, 2020). La ausencia de lesiones histológicas se debe a que la TeNT actúa provocando cambios bioquímicos funcionales sobre las neuronas, no morfológicos/estructurales (Constable et al., 2017; Popoff, 2020). Aunque *C. tetani* es poco invasiva y no penetra tejido sano, algunas cepas podrían expresar factores asociados a la invasión tisular lo que podría explicar su presencia en pulmón (Bruggemann et al., 2003). La inmunización de los animales con toxoide tetánico previo a la castración representa la única medida efectiva para la prevención de esta enfermedad. Sin embargo, su efectividad se encuentra condicionada a factores relacionados con el manejo (cadena de frío, higiene, estado de salud de los animales) y el esquema de vacunación y revacunación empleado (Constable et al., 2017; Popoff, 2020).

CONCLUSIONES

Los brotes colectivos de tétanos en bovinos son poco frecuentes en Uruguay. La elastración es un factor predisponente importante para la aparición de la enfermedad. El diagnóstico definitivo de tétanos es etiológico y se basa en el aislamiento de *Clostridium tetani* y la reproducción de la enfermedad en ratones. El tratamiento temprano con antibióticos y suero antitetánico es eficaz en los animales tratados en las primeras etapas de la enfermedad. Este caso pone de manifiesto la importancia de realizar la vacunación y prácticas zootécnicas en condiciones adecuadas para prevenir brotes de tétanos en bovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruggemann, H., Baumer, S., Fricke, W. F., Wiezer, A., Liesegang, H., Decker, I., Herzberg, C., Martinez-Arias, R., Merkl, R., Henne, A., & Gottschalk, G. (2003). The genome sequence of *Clostridium tetani*, the causative agent of tetanus disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(3), 1316–1321. <https://doi.org/10.1073/pnas.0335853100>
- Cantile, C., & Youssef, S. (2015). Nervous system. In G. Maxie (Ed.), *Jubb, Kennedy & Palmer's pathology of domestic animals* (6th ed., Vol. 1, pp. 317–334). Elsevier.
- Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H., & Gruenberg, W. (Eds.). (2017). *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats* (11th ed., 2 vols.). Elsevier.
- Driemeier, D., Schild, A. L., Fernandes, J. C. T., Colodel, E. M., Corrêa, A. M. R., Cruz, C. E. F., & Barros, C. S. L. (2007). Outbreaks of tetanus in beef cattle and sheep in Brazil associated with disophenol injection. *Journal of Veterinary Medicine, Series A*, 54(7), 333–335. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2007.00922.x>
- Popoff, M. R. (2020). Tetanus in animals. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 32(2), 184–191. <https://doi.org/10.1177/1040638720906814>
- Quinn, P. J., Carter, M. E., Markey, B., & Carter, G. R. (1994). *Clinical veterinary microbiology*. Mosby.
- Quevedo, P. S., Ladeira, S. R. L., Soares, M. P., Marcolongo-Pereira, C., Sallis, E. S. V., Grecco, F. B., Estima-Silva, P., & Schild, A. L. (2011). Tétano em bovinos no sul do Rio Grande do Sul: Estudo de 24 surtos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31(12), 1066–1070. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2011001200005>

EFECTO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE INDUCCIÓN DE CICLICIDAD CON *PRIMING* DE P4 EN VAQUILLONAS ANGUS PREPÚBERES

García Pintos, Camila^{1,2*}, Cuadro, Federico^{2,3}, Gastal, Gustavo¹ y Menchaca, Alejo¹

1- Plataforma de Investigación en Salud Animal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental La Estanzuela, Uruguay.

2- Instituto de Reproducción Animal Uruguay, Fundación IRAUy, Uruguay. Dirección postal: Ruta 50, km 11, 7000. El Semillero, Colonia, Uruguay.

3- Institut Pasteur de Montevideo- Unidad Mixta Pasteur + INIA (UMPI), Uruguay

*Autor de correspondencia: cgpintos@inia.org.uy

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia de distintos protocolos inductores de ciclicidad con *priming* de progesterona (P4) en vaquillonas Angus prepúberes. Se compararon tres tratamientos con un grupo puberal: un dispositivo intravaginal liberador de P4 (DIB 0,5 g), una formulación inyectable de P4 administrada a dosis de 150 mg o 300 mg, y un grupo cíclico sin tratamiento. Los resultados demostraron que el inductor de ciclicidad más efectivo fue el DIB, 75% (263/351) vs. 56% (376/665, sumados ambos grupos que recibieron P4 inyectable), respectivamente ($P < 0,05$). Sin embargo, esta diferencia no se tradujo en una mejora de la tasa de preñez, las vaquillonas prepúberes se preñaron en promedio 62% (629/1.016) y las cíclicas 62% (336/538) ($P > 0,05$). En conclusión, la inducción de ciclicidad mediante el uso de P4 (vía DIB) 20-21 días antes del inicio de un protocolo de IATF en vaquillonas prepúberales fue más eficaz que el tratamiento con P4 inyectable. No obstante, tanto el *priming* con DIB como con P4 inyectable alcanzaron tasas de preñez similares a las del grupo puberal.

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the efficacy of different protocols for inducing cyclicity with progesterone (P4) *priming* in prepubertal Angus heifers. Three treatments were compared with a pubertal group: a P4-releasing intravaginal device (DIB 0.5 g), an injectable P4 formulation administered at doses of 150 mg or 300 mg, and a cyclic group without treatment. The results showed that the most effective cyclicity inducer was the DIB, with a rate of 75% (263/351) vs. 56% (376/665, combining both groups that received injectable P4), respectively ($P < 0,05$). However, this difference did not translate into an improvement in pregnancy rates, as prepubertal heifers became pregnant at an average rate of 62% (629/1016) and cyclic heifers at 62% (336/538) ($P > 0,05$). In conclusion, the induction of cyclicity using P4 (via DIB) 20-21

days before the start of an IATF protocol in prepubertal heifers was more effective than treatment with injectable P4. Nevertheless, both *priming* with DIB and injectable P4 resulted in pregnancy rates similar to those of the cyclic group.

INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva en los rodeos de cría está directamente relacionada con la edad al primer parto, una variable determinada por la edad de pubertad. Un estudio reciente realizado en vaquillonas Angus (García Pintos et al., 2024) demostró que la aplicación de un protocolo con *priming* mediante un dispositivo intravaginal con progesterona (P4) durante 7 días incrementa significativamente la tasa de preñez en vaquillonas prepúberes de 12-13 meses inseminadas a tiempo fijo (IATF). Estos hallazgos respaldan el potencial de la P4 como herramienta para optimizar la producción en sistemas criadores. Sin embargo, persisten dudas sobre la eficacia comparativa de las distintas vías de administración de P4. Con base en esta evidencia, el objetivo de nuestro estudio fue evaluar la tasa de ciclicidad y la tasa de concepción al primer servicio en vaquillonas Aberdeen Angus prepúberes sometidas a dos estrategias de *priming* con P4, administrados 20-21 días antes del protocolo de IATF: (i) dispositivo intravaginal (DIB 0,5 g) o (ii) P4 inyectable administrada en dos dosis experimentales (150 mg o 300 mg).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó con un total de 1.554 vaquillonas Aberdeen Angus de 12-13 meses de edad, con una condición corporal promedio de $5,4 \pm 0,5$ puntos (escala 1-8) y un peso vivo de $331,6 \pm 33,1$ kg. Al inicio del experimento, se llevó a cabo una evaluación de ciclicidad mediante ultrasonografía transrectal (5,0 MHz, Sono V6, China) para identificar la presencia de cuerpo lúteo (CL). A continuación, los animales fueron divididos en: (i) Grupo Puber, con CL ($n = 538$); (ii) Grupos de inducción (prepúberes): las 1.016 hembras sin CL fueron asigna-

das aleatoriamente a uno de tres protocolos de inducción: Con DIB ($n = 351$), dispositivo intravaginal de P4 (0,5 g, Zoetis) durante 7 días; P4 inyectable baja dosis ($n = 330$), 1 ml (150 mg I.M., Sincogest, Ourofino, Brasil); y P4 inyectable alta dosis ($n = 335$), 2 ml (300 mg I.M., Sincogest, Ourofino, Brasil). A los 20-21 días de iniciado el tratamiento de inducción, se realizó una segunda ultrasonografía transrectal (5,0 MHz, Sono V6, China) para determinar la tasa de ciclicidad (proporción de vacas con presencia de CL) en los animales tratados con *priming* de P4. El protocolo de IATF en todos los grupos experimentales comenzó con la inserción de un DIB (0,5 g P4, Zoetis) y la administración de una dosis de GnRH (100 µg de Acetato de Gonadorelina I.M., Ovalyse, Zoetis) al Día 0. Al Día 5, se retiraron los DIB, se administró una dosis de eCG (200 UI I.M., Novormon, Zoetis) y una dosis de PGF2alfa (500 µg de cloprostenol I.M., Ciclase DL, Zoetis), y se pintó la base de la cola para identificar las vaquillonas en celo. Al Día 8, a las 64 horas de haber retirado los dispositivos, las hembras en celo ($\geq 70\%$ de la pintura removida) fueron inseminadas, mientras que las que mantenían la pintura intacta (no en celo) recibieron una dosis de GnRH (100 µg de Acetato de Gonadorelina I.M., Ovalyse, Zoetis) para ser inseminadas 72 horas después. La tasa de concepción de cada grupo experimental fue evaluada entre los días 30 y 33 post-IATF mediante ultrasonografía transrectal. Los datos se analizaron con Modelos Lineales Generalizados Mixtos (GLMM), considerando las réplicas como efecto aleatorio. Las comparaciones entre tratamientos se realizaron con la prueba de Tukey, considerando un valor de $P < 0,05$ como significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 20-21 días post-tratamiento, en el grupo experimental tratado con DIB, se observó una tasa de ciclicidad significativamente superior ($P < 0,05$) en comparación con los grupos tratados con P4 inyectable. La tasa de ciclicidad fue del 75% (263/351) en el Grupo DIB, frente a un promedio del 56% (376/665) en las vacas que reci-

Tabla 1. Tasa de concepción al primer servicio en vaquillonas Aberdeen Angus de 12 y 13 meses de edad sometidas a un tratamiento de *priming* con P4 20-21 días antes del inicio del protocolo de sincronización para la IATF (Co-Synch 5d).

Grupo Puber	Con DIB	Tratamiento de inducción		P	
		P4 inyectable			
		Con Baja P4	Con Alta P4		
62% (336/538)	64% (225/351)	63% (207/330)	59% (197/335)	> 0,05	
Grupos experimentales: Puber (con CL, $n = 538$), Con DIB durante 7 días ($n = 351$), Con P4 inyectable Baja (150 mg; $n = 330$) y Con P4 inyectable Alta P4 (300 mg; $n = 335$).					

bieron P4 inyectable, con un 56% (185/330) en el Grupo Con Baja P4 (150 mg) y un 57% (191/335) en el Grupo Con Alta P4 (300 mg). Estos resultados confirman que la administración de P4 mediante DIB es más eficaz para inducir la formación de un CL en vaquillonas prepúberes que las formulaciones inyectables, independientemente de la dosis evaluada ($P > 0,05$ entre los grupos de alta y baja dosis). Sin embargo, esta diferencia en la tasa de ciclicidad no se reflejó en la tasa de concepción a la IATF, no se observaron variaciones significativas entre los grupos experimentales ($P > 0,05$). Se destacan dos hallazgos clave: (i) las hembras prepúberes que alcanzaron ciclicidad post-inducción (independientemente del tratamiento) mostraron una tasa de concepción superior ($P < 0,05$) en comparación con las que permanecieron prepúberes [64% (718/1.120) vs. 60% (247/434), respectivamente]; y (ii) al comparar la tasa de concepción de las vaquillonas cíclicas naturales con la de las vaquillonas prepúberes con inducción, los resultados fueron equivalentes [62% (336/538) vs. 62% (629/1.016), respectivamente; $P > 0,05$]. El *priming* logró equiparar la fertilidad de las vaquillonas prepúberes a las cíclicas, lo que jerarquiza la adopción de este protocolo. Estos datos se resumen en la Tabla 1, donde se detallan los valores por grupo experimental.

El hecho de que no haya diferencias en la tasa de concepción entre los métodos de inducción evaluados sugiere que, aunque el DIB es más eficaz para inducir la ciclicidad, ambas estrategias de *priming* con P4 (DIB y P4 inyectable) permiten obtener resultados reproductivos comparables a los logrados en los animales que entraron en la pubertad de forma natural. Estos hallazgos complementan los resultados de García Pintos *et al.* (2024), y amplían su relevancia al demostrar que la elección entre los dos métodos de administración (DIB vs. inyectable) no afecta la tasa de concepción a la IATF. La elección del método podría basarse en la practicidad, sin comprometer los resultados reproductivos. En resumen, la inducción de ciclicidad mediante la suplementación con P4 se presenta como una estrategia eficaz para mejorar la eficiencia reproductiva en vaquillonas prepúberes *Bos taurus*.

CONCLUSIONES

El *priming* con P4, administrado 20-21 días antes de un protocolo de IATF en vaquillonas Aberdeen Angus prepúberes, permite alcanzar tasas de concepción similares a las observadas en vaquillonas cíclicas. La suplementación con DIB (0,5 g) durante 7 días es más efectiva para inducir la ciclicidad en vaquillonas prepúberes que la suplementación con P4 inyectable (150 o 300 mg).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

García Pintos, C., Cuadro, F., Gastal, G., Menchaca, A., (2024). Impacto de un *priming* de progesterona por 7 días en la tasa de preñez de vaquillonas Angus pre-púberes. 15° Simposio Internacional de Reproducción Animal-RAC 2024. (23) p. 233. <https://drive.google.com/file/d/1GWWoW35o2P9ci5VuS29e5qlI2HLixA1kO/view>

RELACIÓN ENTRE PARÁMETROS DE CINÉTICA ESPERMÁTICA, OBTENIDOS POR SISTEMA DE EVALUACIÓN SEMINAL ASISTIDO POR COMPUTADORA (CASA), Y FERTILIDAD *IN VIVO* EN PROTOCOLOS DE IATF CON SEMEN BOVINO CRIOPRESERVADO

Maria Victoria Pons¹, Lucía Astore², Fabrizio Sarraute², Guillermo de Nava², Marcelo Corti², Eduardo Blanc¹, Jorge Gil¹*

1- Departamento de Ciencias Veterinarias y Agrarias, Facultad de Veterinaria, Laboratorio de Reproducción Animal, Cenur Litoral norte, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay. Ruta 3, Km 363.

*Autor de correspondencia: victoriaponsromero@gmail.com

2- Ejercicio liberal.

RESUMEN

Los resultados de preñez alcanzados mediante IATF están determinados por diversos factores, uno es la calidad del semen utilizado. El sistema CASA calcula diversos parámetros que clasifican y determinan la calidad del movimiento espermático, fundamental a la hora de la fecundación. En esta investigación, mediante el procesamiento de datos de inseminaciones realizadas con 39 partidas de semen, se correlacionaron algunos parámetros de cinética espermática con la fertilidad alcanzada en protocolos de IATF a campo. Los parámetros que demostraron estar correlacionados significativamente con la fertilidad, en nuestra investigación, fueron CONC, NTE, BCF, STR y HAC. Estos parámetros tienen el potencial de ser usados como una herramienta capaz de predecir la fertilidad de una muestra de semen según sus características de cinética.

SUMMARY

Pregnancy results achieved through FTAI are determined by several factors, one of which is the quality of the semen used. The CASA system calculates various parameters that classify and determine the quality of sperm movement, which is essential for fertilization. In this study, by processing data from inseminations performed with 39 semen batches, some sperm kinetic parameters were correlated with the fertility achieved in field FTAI protocols. The parameters that were shown to be significantly correlated with fertility in our study were CONC, NTE, BCF, STR, and HAC. These parameters have the potential to be used as a tool capable of predicting the fertility of a semen sample based on its kinetic characteristics.

INTRODUCCIÓN

Los resultados obtenidos en los protocolos de IATF dependen de diversas variables que deben ser tenidas

en cuenta para obtener el mejor resultado posible, una de ellas es la calidad del semen a utilizar (Butler, 2008). Los métodos tradicionales de evaluación del semen, tienen un gran componente subjetivo, son poco repetibles y difícilmente capaces de predecir fertilidad (Valverde, 2021). Es por esto que surgen herramientas como los sistemas de análisis seminal asistidos por computadoras (CASA), los cuales son capaces capturar el movimiento celular, reconstruyendo trayectorias de los espermatozoides y la posición de estos en animaciones sucesivas, calculando varios parámetros de motilidad y concentración de manera objetiva (Valverde, 2021). Los parámetros cinéticos que brinda el CASA, se han intentado correlacionar en repetidas ocasiones con la fertilidad *in vitro* e *in vivo* (den Daas, 1992; Kathiravan y col., 2008). Varios autores han logrado establecer correlaciones significativas entre los parámetros cinéticos que brinda el CASA y la tasa de fertilidad lograda (Farrell y col., 1998; Nagy y col., 2015), sin embargo, existe cierta controversia a la hora de establecer cuáles son los parámetros que realmente son capaces de predecir la fertilidad. El objetivo de este trabajo fue demostrar la correlación entre los parámetros cinéticos brindados por el sistema CASA en la evaluación de semen bovino criopreservado y la fertilidad *in vivo* en vacas de cría sometidas a protocolos de sincronización de ovulación para IATF.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos que se utilizaron para esta investigación provienen de programas de IATF realizados en un mismo predio en el transcurso de 6 años. Las partidas de semen utilizadas fueron recibidas y analizadas previo al periodo de inicio de las inseminaciones de cada año, en primavera. El total de partidas de semen utilizadas y analizadas fue de 39, provenientes de 20 toros diferentes, con los cuales se sirvieron en promedio 400 vacas/toro. El análisis seminal se realizó en el Laboratorio de Re-

producción Animal “Dr. Alfredo Ferraris” (LRA, EEMAC, Paysandú, Uruguay). Para el mismo se utilizó el Sistema CASA (AndroVision®), seteado para bovinos. Se realizó la descongelación de las muestras a baño maría, a 37°C por 40 segundos. Se descongelaron dos pajuelas de cada partida de semen, las cuales se homogeneizaron formando un pool. Posterior a la homogeneización del pool se tomó una alícuota de 3 μ L, que fue colocada en la cámara Makler (profundidad 10 μ L). Utilizando un microscopio con platina térmica a 37°C, se evaluaron cuatro campos. Se extrajeron del sistema CASA los siguientes parámetros: concentración espermática (CONC), motilidad total (MT, %), motilidad progresiva (MP, %), motilidad progresiva rápida (MPR, %), motilidad progresiva lenta (MPL, %), motilidad circular (MC, %), VCL ([μ m/s]), VSL ([μ m/s]), VAP ([μ m/s]), DCL ([μ m])DSL ([μ m]), DAP ([μ m]), ALH ([μ m]), BCF ([Hz]), HAC ([rad]), WOB (VAP/VCL), LIN (VSL/VCL), STR (VSL/VAP). Se inseminaron vacas sometidas al mismo tipo de manejo, sincronizadas para la realización de IATF, ciclando o en anestro superficial. Durante todo el período se utilizaron 2 protocolos de IATF, los cuales no tuvieron diferencias en % de preñez. El día de la IATF se registraron las vacas que habían tenido celo previo a la misma, con pintura para detección de celo. A los 40/45 días post IATF se realizó el diagnóstico de gestación mediante palpación transrectal. Se calculó el valor del número total de espermatozoides progresivos por dosis [NTE, x10], el cual resulta de la multiplicación del volumen de la dosis, la motilidad progresiva y la CONC. Posteriormente, se añadió el resultado de la multiplicación de la MC, MPR y MPL con la variable CONC para cada muestra seminal. Mediante el software estadístico SAS se realizó un análisis descriptivo y con Proc corr (Pearson) se evaluó la correlación entre los parámetros de cinética espermática y preñez, así como también la correlación entre los diferentes parámetros calculados y los resultados de preñez.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media de la preñez lograda en estos 6 años de trabajo fue de $65 \pm 8,2\%$ (tabla 1), esto se encuentra por encima de lo reportado por otros autores (Menchaca, 2013 y Bó, 2018). Estos resultados de preñez reflejan el control de los factores de variación inherentes al animal, de manejo y climáticos, así como también una buena calidad del semen utilizado. Los parámetros que demostraron estar correlacionados de manera significativa con la preñez fueron CONC, NTE, BCF, STR y HAC, presentando el BCF el valor de correlación mayor ($r^2=0,50$, Tabla 1). Las correlaciones significativas halladas entre preñez general y preñez de vacas que demostraron celo con

los parámetros CONC y NTE van en concordancia con lo reportado por otros autores, ya que la concentración espermática es un parámetro de la evaluación seminal que ha demostrado tener una elevada correlación con la fertilidad (Gomez y Migliorisi, 2015).

Los parámetros BCF y STR han sido reportados y correlacionados con la fertilidad en diferentes trabajos (Amann, 1989; Gillan et al., 2008) y los valores obtenidos son similares a los de nuestro trabajo (tabla 1), donde se obtuvo una BCF media de 15,9 Hz para estos autores, mientras que en nuestro trabajo fue de 14,53 Hz. Reportan una STR media de 0,80, mientras que, en este trabajo fue de 0.82. El BCF demostró tener una correlación significativa sólo con la preñez de vacas que no demostraron celo antes de ser servidas. En las velocidades promedio no se encontraron correlaciones significativas con la preñez. El único parámetro de velocidad media que logró demostrar una tendencia fue el VSL. En el mismo reporte de Gillian et al. (2008), la fertilidad superior de algunos toros pudo ser explicada por su VSL más que por otros parámetros de velocidad media, ya que se especula que tiene un papel fundamental en el transporte de los espermatozoides a través del tracto reproductivo de la hembra y en la posterior penetración del ovocito. La media de VSL hallada en ese trabajo fue de $65,9 \pm 0,7$, mientras que en el presente estudio la media obtenida fue de $60,3 \pm 10,9$. Si bien en este trabajo, se pudo correlacionar significativamente el HAC con los resultados de preñez,

Tabla 1. Representación de media, desvío estándar de los resultados de preñez (%), variables de cinética espermática del CASA y variables calculadas en base a estos y resultados del análisis de correlación entre preñez general, preñez con GnRH y preñez de vacas que demostraron celo

Variable	Media	Desvío estándar	Preñez general		Preñez GnRH		Preñez Celos	
			R	p valor	R	p valor	R	p valor
PREÑ GRAL (%)	65,01	8,19						
PREÑ GnRH (%)	64,61	0,34						
PREÑ CELO (%)	66,45	23,89						
CONC (10 ⁶ /ml)	118,72	30,56	0,34	0,04	0,26	0,11	0,64	0,0003
MT (%)	81,19	8,40	0,19	0,24	0,20	0,23	0,36	0,06
MP (%)	76,92	9,19	0,17	0,29	0,19	0,25	0,25	0,21
MPR (%)	67,29	11,25	0,12	0,48	0,15	0,37	0,04	0,83
MPL (%)	7,45	5,37	0,02	0,89	-0,01	0,97	0,31	0,12
MC (%)	2,18	1,37	0,10	0,54	0,08	0,63	0,17	0,40
VCL (μ m/s)	147,48	28,40	0,25	0,13	0,24	0,14	0,25	0,20
VSL (μ m/s)	60,30	10,90	0,30	0,06	0,31	0,06	0,24	0,23
VAP (μ m/s)	73,57	13,27	0,25	0,13	0,24	0,14	0,26	0,19
DCL (μ m)	46,46	5,57	0,14	0,41	0,17	0,31	-0,09	0,68
DSL (μ m)	17,11	2,25	0,20	0,22	0,26	0,11	-0,15	0,45
DAP (μ m)	22,04	2,55	0,15	0,35	0,19	0,24	-0,09	0,66
ALH (μ m)	1,60	0,30	-0,02	0,89	-0,005	0,98	0,05	0,82
BCF (Hz)	14,53	2,13	0,50	0,001	0,50	0,001	0,23	0,25
HAC (rad)	0,40	0,08	0,33	0,04	0,31	0,06	0,37	0,06
WOB (VAP/VCL)	0,5	0,02	-0,09	0,59	-0,09	0,60	0,05	0,79
LIN (VSL/VCL)	0,41	0,03	0,14	0,41	0,16	0,33	0,08	0,69
STR (VSL/VAP)	0,82	0,03	0,29	0,07	0,33	0,04	-0,04	0,84
NTE (10 ⁶)	29,22	8,12	0,33	0,04	0,26	0,12	0,65	0,0002
MPR x CONC (10 ⁶ /ml)	81,13	25,88	0,35	0,03	0,31	0,06	0,51	0,007
MPL x CONC (10 ⁶ /ml)	9,09	10,48	0,05	0,79	0,001	0,99	0,34	0,09
MC x CONC (10 ⁶ /ml)	2,64	1,62	0,23	0,17	0,19	0,24	0,35	0,07

no se encontraron reportes que demuestren la existencia de esta correlación. Esto puede deberse a que, generalmente, este parámetro no se incluye en las evaluaciones por estos sistemas.

El grado de correlación de los parámetros cinéticos con la fertilidad, puede ser mejorado mediante la combinación de los mismos, por ejemplo, en el trabajo de Farrell et al. (1998) se encontró una correlación débil entre la MT y la fertilidad ($r^2 = 0.34$), sin embargo, al realizar combinaciones tales como MP, ALH y BCF o ALH, BCF y VSL se obtuvieron valores de r de 0.83 y 0.89 respectivamente. Se realizó la combinación de la CONC con alguno de los parámetros de cinética espermática (tabla 1), hallando una correlación significativa de la combinación CONCxMPR con preñez general y con aquellas que demostraron celo.

CONCLUSION

En base a los resultados obtenidos y a la información recabada, podemos concluir que parámetros de cinética espermática que brinda el sistema CASA tales como CONC, NTE, BCF, STR y HAC, se correlacionaron significativamente con la fertilidad *in vivo* en protocolos de IATF y por tanto podrían ser utilizados como potenciales predictores de fertilidad en protocolos de IATF. Debido a las diferencias halladas entre este y otros trabajos similares a la hora de establecer cuáles son los parámetros con mejor capacidad de predicción de la fertilidad, creemos que es necesario seguir investigando el tema para llegar a resultados más concluyentes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa que cedió los datos de preñez individual para realizar el análisis, así como a Guillermo Zerbino y Martín Nolla por la organización de los datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amann, R. (1989). Can the fertility potential of a seminal sample be predicted accurately? *Journal of Andrology*, 2(10), 89-98.
- Bó, G., Huguenine, E., de La Mata, J., Núñez-Olivera, R., Baruselli, P., & Menchaca, A. (2018). Programs for fixed-time artificial insemination in South American beef cattle. *Animal Reproduction*, 15(Suppl 1), 952-962.
- Butler, M. (2008). Claves para una IATF exitosa en rodeos de cría. En revista Taurus (Ed.), Cuartas Jornadas Taurus de Reproducción Bovina (pp. 34-47). Buenos Aires: Revista Taurus.
- Den Daas, N. J. (1992). Laboratory assessment of se-

men characteristics. *Animal Reproduction Science*, 28(1-4), 87-94.

Farrell, P., Presicce, G., Brockett, C., & Foote, R. (1998). Quantification of bull sperm characteristics measured by computer-assisted sperm analysis (CASA) and the relationship to fertility. *Theriogenology* 49(4), 871-879.

Gillan, L., Kroetsch, T., Maxwell, W., & Evans, G. (2008). Assessment of *in vitro* sperm characteristics in relation to fertility in dairy bulls. *Animal Reproduction Science* 103(3-4), 201-214.

Gómez, V., & Migliorisi, L. (2007). Protocolo para la evaluación de semen en rumiantes. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_toros/49-ProtocoloEvalSemen.pdf

Kathiravan, P., Kalatharan, J., Edwin, M. J., & Veerapandian, C. (2008). Computer automated motion analysis of crossbred bull spermatozoa and its relationship with *in vitro* fertility in zona-free hamster oocytes. *Animal Reproduction Science*, 104(1), 9-17.

Menchaca, A., Núñez, R., de Castro, T., García Pintos, C., & Cuadro, F. (2013) Implementación de programas de IATF en rodeos de cría. INIA Serie Técnica, 208, 229-246.

Nagy, A., Polichronopoulos, T., Gáspárdy, A., Solti, L., & Cseh, S. (2015). Correlation between bull fertility and sperm cell velocity parameters generated by computer-assisted semen analysis. *Acta Veterinaria Hungarica*, 63(3), 370-381.

Valverde, A. (2021). Importancia de la evaluación de la aptitud reproductiva mediante el análisis de semen por sistemas CASA. *Investiga TEC*, 1(40). Recuperado de https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/article/view/5616/5404

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LECHE DE VACAS HOLANDO EN SISTEMAS DE BASE PASTORIL CON ENSILAJE DE SORGO VS. HENILAJE DE PASTURA EN COMPARACIÓN CON UN SISTEMA ESTABULADO (100% DIETA MEZCLA)

Maximiliana Muniz¹, María Noel Méndez², Andrea Garay³, Lucía Toledo⁴, Esteban Krall⁵, Melissa Romero⁴, Santiago Jorcín³, Edinson Bejerano³, Ignacio Vieitez⁴, Tomás López Pedemonte³, Lucía Grille^{2*}

1- Tesis de Grado. Estudiante de la Carrera Dra. en Ciencias Veterinarias-Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay

2- Departamento de Ciencias Veterinarias y Agrarias. Cenur Litoral Norte, Universidad de la República (Udelar), Paysandú, Uruguay

3- Unidad Tecnológica de Lácteos, Instituto Tecnológico Regional Suroeste, Universidad Tecnológica del Uruguay (UTECH). Colonia, Uruguay

4- Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Universidad de la República (Udelar), Montevideo, Uruguay

5- Carrera Tecnólogo Químico, Instituto Tecnológico Regional Suroeste, Universidad Tecnológica del Uruguay (UTECH), Paysandú, Uruguay

*Autor de correspondencia: lgrille@gmail.com

RESUMEN

El objetivo fue comparar el perfil de ácidos grasos de la leche proveniente de vacas en sistemas mixtos (SM) con ensilaje sorgo planta entera (SM-ESPE), SM con henilaje de pastura (SM-HPP) y un sistema estabulado con 100% dieta mezcla: DM (DTM). Veinticuatro vacas Holando fueron asignadas al azar a uno de los tres tratamientos (n=8): 1) vacas con DM en confinamiento sin acceso a pastoreo: DTM, 2) vacas en pastoreo y acceso a una DM con ensilaje de sorgo planta entera: SM-ESPE y 3) vacas en pastoreo y acceso a una DM con henilaje de pastura: SM-HPP. Semanalmente se tomaron muestras de leche de vaca individual y alimento. La leche de SM-ESPE y SM-HPP tuvo más contenido de ácido linoleico conjugado (CLA), ácido trans-vaccenico (TVA), 15:0, 17:0 iso y anteiso en comparación con la del DTM (p<0,001). El contenido de 18:3n-3 fue mayor en SM-HPP vs. SM-ESPE y DTM (p<0,001). El índice n-6/n-3 fue menor en SM-HPP en comparación con SM-ESPE y DTM (p<0,001) mientras que en SM-ESPE fue menor que en DTM (p<0,01). La leche de ambos SM presentó mayor contenido de componentes bioactivos en comparación con el sistema DTM. Al comparar entre ambos SM, SM-HPP tuvo mejor calidad nutricional de la grasa láctea que SM-ESPE. Por lo tanto, la leche de SM-HPP resultó tener características más saludables para el consumidor en comparación con los otros dos sistemas estudiados.

SUMMARY

The objective of this study was to compare the fatty acid profile of milk from mixed systems (MS) using whole-plant sorghum silage: MS-ESPE, MS using grass silage: MS-HPP and a confinement system (100% mixed ration: MR): DTM. Twenty-four Holstein cows were ran-

domly assigned to one of three treatments (n=8): 1) Confinement with a MR and no access to grazing: DTM; 2) Grazing with supplementation using whole-plant sorghum silage: MS-ESPE; and 3) Grazing with supplementation using pasture grass silage: MS-HPP. Milk and feed samples were taken weekly. Milk from MS-ESPE and MS-HPP had higher levels of conjugated linoleic acid (CLA), trans-vaccenic acid (TVA), 15:0 and 17:0 iso and anteiso compared to DTM (p<0.001). The concentration of 18:3n-3 was higher in MS-HPP than in MS-ESPE and DTM (p<0.001). The n-6/n-3 ratio was lower in MS-HPP compared to MS-ESPE and DTM (p<0.001), while MS-ESPE had a lower ratio than DTM (p<0.01). Milk from both MS had higher bioactive component content compared to DTM. When comparing the two MS, MS-HPP had a higher nutritional quality of milk fat than MS-ESPE. Therefore, milk from MS-HPP presented healthier characteristics for consumers compared with the other two systems studied.

INTRODUCCION

Los sistemas de base pastoril con suplementación (sistemas mixtos: SM) predominantes en Uruguay dependen del uso de reservas y concentrados durante todo el año, lo que se acentúa cuando la disponibilidad de forraje es baja. En los últimos años ha aumentado el uso de forrajes fermentados, específicamente los ensilajes de planta entera de cultivos de verano (principalmente sorgo), ensilajes y henilajes de pradera y de cultivos de invierno (INALE, 2019). Esta reportado que la grasa de la leche proveniente de SM presenta mejor calidad nutricional en comparación con sistemas estabulados (Pastorini et al., 2019; Grille et al., 2022). Algunos componentes de la grasa láctea de rumiantes presentan características bioactivas entre ellos los más conocidos son el ácido trans-vaccenico (TVA), ácido linoleico conjugado (CLA) y

el 18:3 (n-3:omega 3) (Drouin-Chartier et al., 2016). Recientemente ha sido demostrado que los ácidos grasos ramificados (BCFA), en particular 15:0 y 17:0 iso y anteiso (cadena impar: OBCFA) presentan funciones benéficas para la salud humana, principalmente por aumentar la fluidez de las membranas, similar a los ácidos grasos (AG) poliinsaturados (Bainbridge et al., 2016). Aunque el mayor contenido de pastura en la dieta está positivamente relacionado a una mejor calidad de la grasa láctea (Alothman et al., 2019), según nuestro conocimiento existe poca información sobre cómo el uso de reservas forrajeras afecta la concentración de los AG saludables en leche. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue comparar el contenido de AG saludables en leche provenientes de SM con ensilaje sorgo planta entera (SM-ESPE) y henilaje de pastura (SM-HPP) en comparación con un sistema estabulado con DM (DTM,100%).

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron seleccionadas 24 vacas multíparas de raza Holando, de parición primaveral, ubicadas en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía-Paysandú. Las vacas fueron asignadas al azar a uno de los tres tratamientos a los ≈100 días postparto (n=8): 1) vacas confinadas en galpón con DM compuesta por 50% de concentrado + 50% de reserva de forraje (25% ensilaje de sorgo + 25% henilaje de pastura): DTM; 2) pastoreo (50% pastura fresca aproximado) y suplementación (25% de ensilaje de sorgo + 25% de concentrado): SM-ESPE y 3) pastoreo (50% pastura fresca aproximado) + suplementación (25% de henilaje de pastura + 25% concentrado): SM-HPP. Para el tratamiento DTM la DM se formuló de acuerdo con el NRC (2001), para un PV de 650 kg y 40 L/d de producción de leche (4% materia grasa) en base a registros previos (Grille et al., 2023). Para los SM, la suplementación con DM se ajustó según los objetivos de productividad suponiendo una inclusión de pastura en la dieta del 50%. Las vacas de ambos SM se manejaron juntas y tuvieron acceso a un pastoreo nocturno de *Alfalfa* y *dactylis* (franjas sema-

nales). Semanalmente se realizaron muestreos de leche (vaca individual), DM y pastura. La extracción de grasa se realizó mediante la técnica gravimétrica de Röse Gottlieb (AOAC 905.02) y la determinación de la composición de AG de la leche se realizará por cromatografía de gases (según técnica AOCS Ce 1c-89, AOCS Ce 1f-96). Se determinó el contenido de grasa total (%) y AG (g/100g de grasa) en leche y alimento. En leche se determinaron AG saturados (AGS), monoinsaturados (MUFA), ramificados (BCFA), CLA, TVA, 18:3n-3, 15:0 y 17:0 iso y anteiso y se calculó la relación n-6/n-3. Las variables en leche fueron analizadas con ANOVA para medidas repetidas usando GLIMMIX (SAS On Demand, 2022). Los tratamientos (DTM, SM-ESPE y SM-HPP) fueron considerados como efecto fijo. Para leche, la vaca fue considerada la unidad experimental (n=24). Fue considerado un $p \leq 0,05$ como efecto significativo. El perfil de AG de los alimentos utilizados para cada tratamiento se muestran en la tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestran los resultados del perfil de ácidos grasos de los tres tratamientos (DTM, SM-ESPE y SM-HPP) durante todo el período experimental

Las leches provenientes de SM-ESPE y SM-HPP presentaron menor proporción de AGS ($p < 0,001$), mayor MUFA, BCFA, CLA y TVA ($p < 0,001$) en comparación con el DTM (Tabla 2). Con relación a los AG ramificados de cadena impar ambos SM tuvieron mayor 15:0 iso y anteiso 17:0 iso y anteiso en comparación con DTM ($p < 0,001$). El 18:3n-3 fue mayor en SM-HPP vs SM-ESPE y DTM ($p < 0,001$). El tratamiento SM-HPP mostró los valores mas bajos en la relación n-6/n-3, en comparación con SM-ESPE y DTM ($p < 0,001$), mientras que en el tratamiento SM-ESPE fue menor que en DTM ($p < 0,01$; Tabla 2). La mayor proporción de CLA y TVA en ambos SM (50% de pastura fresca en al dieta) en comparación con DTM ratifican el hecho que la inclusión de pastura, principal fuente de AGs linolénico y linoleico (Elgersma, 2015), podría aumentar los intermediarios a nivel ruminal y por lo tanto la proporción de estos AG en la leche

Tabla 1. Perfil de ácidos grasos en el alimento: pastura y dieta mezcla (DM)

	Pastura		Dieta Mezcla (DM)	
	Alfalfa+dactylis	DM-DTM	DM-ESPE	DM-HPP
16:0	18,52±1,77	14,40±1,03	14,26±1,17	17,10±0,87
18:0	4,04±0,61	2,79±0,31	2,88±0,23	3,75±0,59
18:2 cis	18,05±2,01	42,94±1,92	43,66±1,38	35,56±2,92
18:3 cis	38,16±3,94	8,92±1,00	4,00±0,18	10,41±1,89
% Grasa total	3,5±0,13	4,95±0,19	4,47±0,52	7,7±0,40

DM-DTM: concentrado + ensilaje de sorgo + henilaje de pastura; DM-ESPE: ensilaje de sorgo + concentrado. DM-HPP: henilaje de pastura + concentrado.

Tabla 2. Perfil de ácidos grasos en leche

Ácidos grasos (g/100g grasa)	T			p-value
	DTM	SM-ESPE	SM-HPP	
15:0 iso	0,21 ^b	0,28 ^a	0,27 ^a	<0,0001
15:0 anteiso	0,40 ^b	0,51 ^a	0,49 ^a	<0,0001
17:0 iso	0,30 ^b	0,45 ^a	0,48 ^a	<0,0001
17:0 anteiso	0,13 ^b	0,18 ^a	0,19 ^a	<0,0001
18:1 trans vaccenico	0,94 ^b	3,42 ^a	3,63 ^a	<0,0001
18:2 CLA	0,38 ^b	1,29 ^a	1,40 ^a	<0,0001
18:3n3cis	0,65 ^b	0,69 ^b	0,88 ^a	<0,0001
Total SFA	73,26 ^a	67,56 ^b	65,78 ^b	<0,0001
Total MUFAcís	18,97 ^b	20,77 ^a	21,94 ^a	<0,0001
Total PUFAcís	2,91	2,58	2,61	0,08
Total BCFA	1,46 ^b	1,89 ^a	1,91 ^a	<0,0001
n-6/n-3	3,52 ^a	2,79 ^b	1,98 ^c	<0,0001

DTM: vacas confinadas en galpón con DTM: 50% concentrado + 50% reserva; SM-ESPE: sistema mixto con pastoreo (50% pastura fresca) y suplementación (25% reserva: ensilaje de sorgo + 25% concentrado). SM-HPP: sistema mixto con pastoreo (50% pastura fresca) y suplementación (25% reserva: henilaje de pastura + 25% concentrado). T: tratamientos

(Bauman y Griinari, 2001). Los niveles mas elevados de OBCFA, específicamente los iso, en la leche de ambos SM en comparación con el sistema DTM, podrían explicarse por un incremento en las bacterias celulolíticas del rumen debido a una mayor relación forraje:concentrado en la dieta (Vlaeminck, 2006). Sin embargo, el tipo de reserva de forraje en la dieta de los SM no tuvo impacto en los niveles de OBCFA en la leche. Por otro lado, el mayor contenido de 18:3n-3 en la leche del tratamiento SM-HPP en comparación con el SM-ESPE pudo deberse a que el henilaje de pastura (administrado como reserva del tratamiento SM-HPP) presentó mas del doble de 18:3 en comparación con el ensilaje de sorgo (reserva del SM-ESPE). A su vez, la mayor proporción de 18:3n-3 en SM-HPP, repercutió en la obtención de los valores mas saludables en la relación n-6/n-3 en este tratamiento (Simopoulos, 2008).

CONCLUSIONES

La leche de vacas alimentadas con dietas que incluyeron pastura fresca presentó una mayor proporción de compuestos lipídicos bioactivos, como CLA, TVA, 15:0 y 17:0 (iso y anteiso), junto con una menor relación n-6/n-3. Esto sugiere que la leche obtenida en estos sistemas tiene un perfil lipídico más saludable para los consumidores en comparación con la de vacas sin acceso a pastura fresca. Además, la inclusión de henilaje de pastura en la DM mejoró la calidad nutricional de la grasa láctea, aumentando el contenido de 18:3n-3 y reduciendo la relación n-6/n-3 en comparación con el uso de ensilaje de sorgo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alothman, M.; Hogan, S.A.; Hennessy, D.; Dillon, P.; Kilcawley, K.N.; O'donovan, M.; Tobin, J.; Fenelon, M.A.; O'callaghan, T.F. (2019). The "Grass-Fed" Milk Story: Understanding the Impact of Pasture Feeding on the Composition and Quality of Bovine Milk. *Foods*, 8, 350
- Bauman, D. E., y Griinari, J. M. (2001). Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livestock Production Science*, 70, 15–29.
- Bainbridge, M. L.; Cersosimo, L. M.; Wright, A. D. G.; Kraft, J. (2016). Content and Composition of Branched-Chain Fatty Acids in Bovine Milk Are Affected by Lactation Stage and Breed of Dairy Cow. *PLoS One*, 11 (3), 1–17. Drouin-Chartier, J. P.; Côté, J. A.; Labonté, M. É.; Brassard, D.; Tessier-Grenier, M.; Desroches, S.; Couture, P.; Lamarche, B. (2016). Comprehensive Review of the Impact of Dairy Foods and Dairy Fat on Cardiometabolic Risk. *Advances in Nutrition*, 7 (6), 1041–1051.
- Elgersma, A. (2015). Grazing increases the unsaturated fatty acid concentration of milk from grass-fed cows: A review of the contributing factors, challenges and future perspectives. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 117(9), 1345–1369.
- Grille, L.; Adrien, M. L.; Méndez, M. N.; Chilibroste, P.; Olazabal, L.; Damián, J. P. (2022). Milk Fatty Acid Profile of Holstein Cows When Changed from a Mixed System to a Confinement System or Mixed System with Overnight Grazing. *Int J Food Sci.*
- Grille, L., Escobar, D., Méndez, M. N., Adrien, M. d. L.,

Olazabal, L., Rodríguez, V., Pelaggio, R., Chilibroste, P., Meikle, A., & Damián, J. P. (2023). Different Conditions during Confinement in Pasture-Based Systems and Feeding Systems Affect the Fatty Acid Profile in the Milk and Cheese of Holstein Dairy Cows. *Animals*, 13(8), 1426.

Instituto Nacional de la Leche- INALE (2019). Sistemas de producción de leche de Uruguay. Disponible en: https://www.inale.org/wp-content/uploads/2022/09/iale_sistemas-de-produccion-lechero.pdf. Consultado: 20/02/2025

National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th ed.; National Academies Press: Washington, DC, USA, 2001.

Pastorini, M.; Pomiés, N.; Repetto, J. L.; Mendoza, A.; Cajarville, C. (2019). Productive Performance and Digestive Response of Dairy Cows Fed Different Diets Combining a Total Mixed Ration and Fresh Forage. *J Dairy Sci*, 102 (5), 4118–4130.

Simopoulos, A. P. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*, 233(6), 674–688.

Vlaeminck, B.; Fievez, V.; Cabrita, A. R. J.; Fonseca, A. J. M.; Dewhurst, R. J. (2006). Factors Affecting Odd- and Branched-Chain Fatty Acids in Milk: A Review. *Animal Feed Science and Technology*. December 15, pp 389–417.

INTOXICACIÓN POR *Nierembergia calycina* EN UN CARNERO

Carlos Omar Schild¹*; Agustín Furest²; Pedro Saralegui²; Mizael Machado³; Marcela Preliasco⁴;
Carmen García y Santos²; Franklin Riet-Correa⁵

1- California Animal Health Food and Safety Laboratory System, San Bernardino branch, University of California Davis, CA, USA.

* (corresponding author: coschild@ucdavis.edu / schild.co@gmail.com).

2- Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay.

3- Plataforma de Salud Animal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Tacuarembó, Uruguay.

4- División de Laboratorios Veterinarios, Dirección General de Servicios Ganaderos, Montevideo Uruguay.

5- Universidad Federal de Bahía, Salvador, Brasil.

RESUMEN

Se reporta un caso de intoxicación por *Nierembergia calycina* en un carnero, que ocurrió en un establecimiento ganadero del departamento de Tacuarembó, en diciembre de 2020. Clínicamente el carnero evidenció pérdida progresiva de peso, dificultad para caminar y levantarse, muriendo súbitamente durante un encierro. Los hallazgos patológicos fueron consistentes con calcinosis enzoótica incluyendo mineralización de tejidos blandos (aorta abdominal, riñones y tendones) y edema pulmonar. No se observaron lesiones sugestivas de paratuberculosis o de neoplasias. Durante una exhaustiva inspección de los potreros problema se constató la presencia de *N. calycina* y la ausencia de otras plantas calcinogénicas descriptas en la región.

SUMMARY

A case of *Nierembergia calycina* poisoning in a ram is reported. The case occurred on a livestock farm in the department of Tacuarembó in December 2020. Clinically, the ram showed progressive weight loss, difficulty walking and standing, and sudden death while confined. Pathological findings were consistent with enzootic calcinosis including soft tissue mineralization (abdominal aorta, kidneys, and tendons) and pulmonary edema. There were no lesions suggestive of paratuberculosis or neoplasm. A thorough inspection of the problem pastures confirmed the presence of *N. calycina* and the absence of other calcinogenic plants described in the region.

INTRODUCCIÓN

En el sur de Sudamérica, la calcinosis enzoótica (CE) es producida por varias plantas de la familia Solanaceae incluyendo *Solanum glaucophyllum* (Riet-Correa et al., 1975), *Nierembergia veitchii* (Riet-Correa et al., 1987) y *Nierembergia rivularis* (García y Santos et al. 2012) afectando principalmente rumiantes, aunque también hay reportes de la enfermedad en equinos (Odriozola et al. 2018) y suinos (Campero & Odriozola, 1990) con *S. glaucophyllum*. Estas plantas tienen metabolitos con acción biológica similar a la vitamina D (25[OH]D3 o 1,25[OH]2D3), la que en dosis tóxicas lleva a la mineralización de tejidos blandos incluyendo aorta y otras grandes arterias, corazón, riñón, pulmón y tendones (Machado et al. 2020). Los animales afectados generalmente desarrollan pérdida progresiva de peso, rigidez o rechazo al caminar, decúbito prolongado, incapacidad para levantarse, disnea y ocasional muerte súbita cuando la actividad física aumenta, por ejemplo, durante un encierro (Barros et al. 1992; Gimeno et al. 2000).

En Uruguay las plantas calcinogénicas que han sido reportadas son *S. glaucophyllum* en bovinos (Riet-Correa et al., 1975) y ovinos (García y Santos et al., 2007), *N. veitchii* en ovinos (Dutra, 2013) y *N. rivularis* en bovinos (Schild et al., 2021) y ovinos (García y Santos et al. 2012). El objetivo de este trabajo es reportar un caso de intoxicación con *Nierembergia calycina* en un carnero.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El caso ocurrió en un establecimiento ganadero del departamento de Tacuarembó localizado en el paraje "Pampa". El establecimiento tenía 200 ha con 180 ovejas de diferentes categorías incluyendo 4 carneros. La alimentación de los animales era a base de campo natural. Sanitariamente la majada había recibido desparasitaciones contra gastroenteritis verminosa (levamisol al 8%) y fasciolosis (nitroxinil 34%) además de vacunaciones para enfermedades clostridiales (incluyendo: *Clostridium novyi* tipo B; *C. perfringens* tipo A, B, C y D; *C. septicum*; *C. sordellii*; *C. tetani*; *C. chauvoei*; y *C. haemolyticum*) y ectima contagioso.

En diciembre de 2020, un carnero de raza Corriedale de 5 años evidenció pérdida progresiva de peso, dificultad para caminar (dando pasos cortos, lentos y rígidos) y levantarse (apoyándose sobre sus carpos durante 3 a 4 minutos). Luego de ser trasladado y durante el encierro, el animal súbitamente cayó y permaneció en decúbito

con incapacidad para levantarse, pedaleo, opistótonos, disnea, hiperestesia, nistagmo y murió en 2 horas. El periodo de evolución fue de 20 días. Se realizó la necropsia del animal y muestras de múltiples órganos fueron colectados y fijadas en formalina bufferada al 10%, procesadas rutinariamente, cortadas a 4µm y coloreadas con Hematoxilina-Eosina para estudios histopatológicos. Muestras de intestino (ileon y válvula ileocecal) también fueron coloreadas con Ziehl-Neelsen para la identificación de micobacterias y muestras de la aorta fueron coloreadas con von Kossa para la identificación de sales de calcio. Muestras de sangre de 10 ovinos de la majada, sin signos clínicos, fueron colectadas para la determinación de calcio y fósforo sérico. Muestras de la planta sospechosa, fueron enviadas a FAGRO-UDELAR e identificadas como *Nierembergia calycina*.

Las tasas de morbilidad y mortalidad fueron, ambas, de 0.5% (1/180). Los hallazgos patológicos fueron presencia de placas prominentes, blancas, multifocales a coalescentes, e irregulares en la íntima y/o pared vascular de la aorta abdominal, moderado edema pulmonar y múltiples rayos medulares blancos en la unión cortico-medular de los riñones. Histológicamente la aorta abdominal tenía fragmentación y pérdida de ondulación en las láminas elásticas internas, diversos grados de mineralización, caracterizados por depósitos granulares basófilos irregulares y finos (compuestos por sales de calcio según la tinción de von Kossa) frecuentemente rodeados de macrófagos y células gigantes multinucleadas, con áreas multifocales a coalescentes de metaplasia condroide. En el riñón había similar mineralización de las arteriolas, intersticio y ocasionalmente en los túbulos renales distales. En el tendón digital profundo había múltiples focos de mineralización y metaplasia condroide. En el pulmón había moderado edema en la luz de los alvéolos. En secciones histológicas del intestino no se observaron micobacterias. En dos los 10 ovinos, sin signos clínicos, había hipercalcemia e hiperfosfatemia.

DISCUSIÓN

Los signos clínicos, hallazgos patológicos, clínico-patológico (bioquímicos), la ausencia de otras plantas calcinogénicas descripta previamente, pero presencia de *N. calycina* y la ausencia de otras enfermedades debilitantes permite confirmar el diagnóstico de calcinosis enzoótica debido a la ingesta de *N. calycina*. La mineralización espontánea de arterias como la aorta, carótida y/o mesentérica, en bovinos y ovinos, fue asociada a enfermedades debilitantes como la paratuberculosis debido a infecciones crónicas con *Mycobacterium avium* subesp. *paratuberculosis* o síndrome paraneoplásico (Yamasaki

et al., 2013; Robinson and Robinson, 2017). En este caso ambas entidades fueron descartadas. El hecho que otros tejidos como el riñón y tendón digital profundo, además de las arterias mesentérica, evidenciaban mineralización, nos orientó hacia un caso de calcinosis enzoótica.

La ausencia de otras plantas calcinogénicas (i.e., *S. glaucophyllum*, *N. veitchii* y *N. rivularis*) sumado a la presencia de una comunidad importante de *N. calycina* (especie emparentada con otras plantas calcinogénicas), motivaron la hipótesis de que se trata de un caso de intoxicación con *N. calycina*. Principios activos con acción biológica similar a la vitamina D, fueron detectados en *N. calycina* apoyando esta teoría (datos no publicados - Dra. Marcela Preliasco). A pesar de que la enfermedad afectó a un solo animal, en la majada había evidencia de que al menos dos ovinos estaban subclínicamente afectados con hipercalcemia e hiperfosfatemia, alteraciones clínico-patológicas frecuentemente descritas en casos de calcinosis enzoótica observados en la región (Schild et al., 2021); adicionalmente en el establecimiento existen datos anecdóticos (sin estudios patológicos) de la muerte de otros animales de la misma categoría (i.e., adultos) que desarrollaron la misma signología clínica durante veranos y otoños secos.

El hecho de que un solo animal haya desarrollado signos clínicos y lesiones puede estar asociados a varios factores incluyendo: i) *N. calycina* tiene menor potencial calcinogénico (ej., por menor producción de principios activos o menor actividad biológica) comparado con otras plantas de la misma familia; ii) menor cantidad de planta disponible en el campo; iii) las lesiones son irreversibles y el daño es acumulativo (Machado et al. 2020), como la calcinosis enzoótica es una enfermedad crónica, que ocurre tras la ingesta de plantas calcinogénicas ya sea durante varios meses de forma continua, o tras la ingesta interrumpida de la misma (Barros et al., 1992) y como varias plantas calcinogénicas de nuestra región tienen ciclo estacional primavera-estival (Riet-Correa et al., 1987; García y Santos et al. 2012), es posible que algunos animales no consuman dosis tóxicas durante un ciclo/año, presentando signos clínicos al año siguiente, si son nuevamente expuestos a dosis similares o mayores; iv) déficit hídrico, en años secos se ha observado aumento de la incidencia probablemente debido a que los animales seleccionan las malezas verdes en vez del escaso forraje seco disponible (Schild et al., 2021); y v) edad/categoría del animal afectado, carnero, una de las categorías que más tiempo permanece en la majada. Estudios experimentales y cuantificación de metabolitos activos de la vitamina D son necesarios para ayudar a comprender mejor el rol de *N. calycina* en la calcinosis enzoótica del Uruguay.

CONCLUSIÓN

Este trabajo describe, por primera vez, un caso de calcinosis enzoótica en ovinos asociado al consumo de *Nierembergia calycina*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, S.S., Driemeier, D., Santos, M.N., Guerrero, J.A.M. (1992). Evolução clínica e reversibilidade das lesões da calcinose enzoótica dos ovinos induzida por *Nierembergia veitchii*. *Pesq. Vet. Bras.*, 12: 5-10.
- Campero, C. M., Odriozola, E. (1990). A case of *Solanum malacoxylon* toxicity in pigs. *Vet. and Hum. Toxicol.*, 32: 238-239.
- Dutra, F., Quinteros, C., Romero, A. (2013). Calcinosis enzoótica en ovejas (*Nierembergia veitchii*). *Arch. Vet. Este*, 16-19: 10-12.
- García y Santos, C., Arago, S., Bonino, F., Capelli, A., Domínguez, R., Goyen, J. M., Pereira, R. (2007). Intoxicación espontánea en ovinos por ingestión de *Solanum glaucophyllum* (malacoxylon) en Uruguay. XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría.
- García y Santos, C., Pereira, R., Etcherry, G., Goyen, J.M., Pérez, W., Capelli, A., Riet-Correa, F. (2012). Enzootic calcinosis caused by *Nierembergia rivularis* in sheep. *JVDI*, 24: 423-426.
- Gimeno, E.J., Costa, E.F., Gomar, M.S., Massone, A.R., Portiansky, E.L. (2000). Effects of plant-induced hypervitaminosis D on cutaneous structure, cell differentiation and cell proliferation in cattle. *J. Vet. Med. Series*, 47: 201-211.
- Machado, M., Schild, C.O., Prelasco, M., Balserini, A., Medeiros, R.M., Barros, S.S., Riet-Correa, F. (2020). Calcinosis enzoótica en ovinos en Uruguay: breve reseña y reporte de dos brotes. *Pesq. Vet. Bras.* 40:831-836.
- Odriozola, E.R., Rodríguez, A.M., Micheloud, J.F., Cantón, G.J., Caffarena, R.D., Gimeno, E.J., Giannitti, F. (2018). Enzootic calcinosis in horses grazing *Solanum glaucophyllum* in Argentina. *JVDI*, 30: 286-289.
- Riet-Correa, F., Riet-Correa, I., Bellagamba, C. (1975). Calcificación metastásica enzootica (enteque seco) en bovinos del Uruguay. *Vet. Montevideo* 12: 15-23.
- Riet-Correa, F., Schild, A.L., Mendez, M.C., Wasserman, R., Krook, L., (1987). Enzootic calcinosis in sheep caused by the ingestion of *Nierembergia veitchii* (Solanaceae). *Pesq. Vet. Bras.* 7: 85-95.
- Robinson, W.F., Rovinson, N.A. (2016). Mineralization. In: Maxie, G.M. Jubb, Kennedy and Palmer's Pathology of Domestic Animals. 6th ed. Elsevier. Vol 3, pp 61.
- Schild, C.O., Boabaid, F., Machado, M., Saravia, A., Oliveira, L.G., Díaz, S., Riet-Correa, F. (2021). *Nierembergia rivularis* poisoning in cattle. *Toxicon*, 204: 21-30.
- Yamasaki, E.M., Brito, M.F., Mota, R.A., McIntosh, D., Tokarnia, C.H. (2013). Paratuberculose em rumiantes do Brasil. *Pesq. Vet. Bras.* 33: 127-140.

Neumosan *V4J5*

LA VACUNA MÁS COMPLETA Y
EFICAZ PARA PREVENIR LA NEUMONÍA
Y DIARREA EN BOVINOS



PREVENGA LAS ENFERMEDADES CLOSTRIDIALES

CON 10 ANTÍGENOS EN UNA SOLA DOSIS



uy.virbac.com





SUMMActive

Suma crías. Activa tus vacas.

El programa + completo de reproducción



Construyendo el futuro
de la salud animal

Virbac

3 FAMILIAS PARA
3 GENERACIONES DE GARRAPATAS

LIMPIAMOS TU GANADO



DESCUBRA EL EFECTO FOSFOSAN

ALGO MUY GRANDE ESTÁ LLEGANDO A TU CAMPO



✓ MÁS PESO ✓ MÁS FERTILIDAD ✓ MÁS RENTABILIDAD

