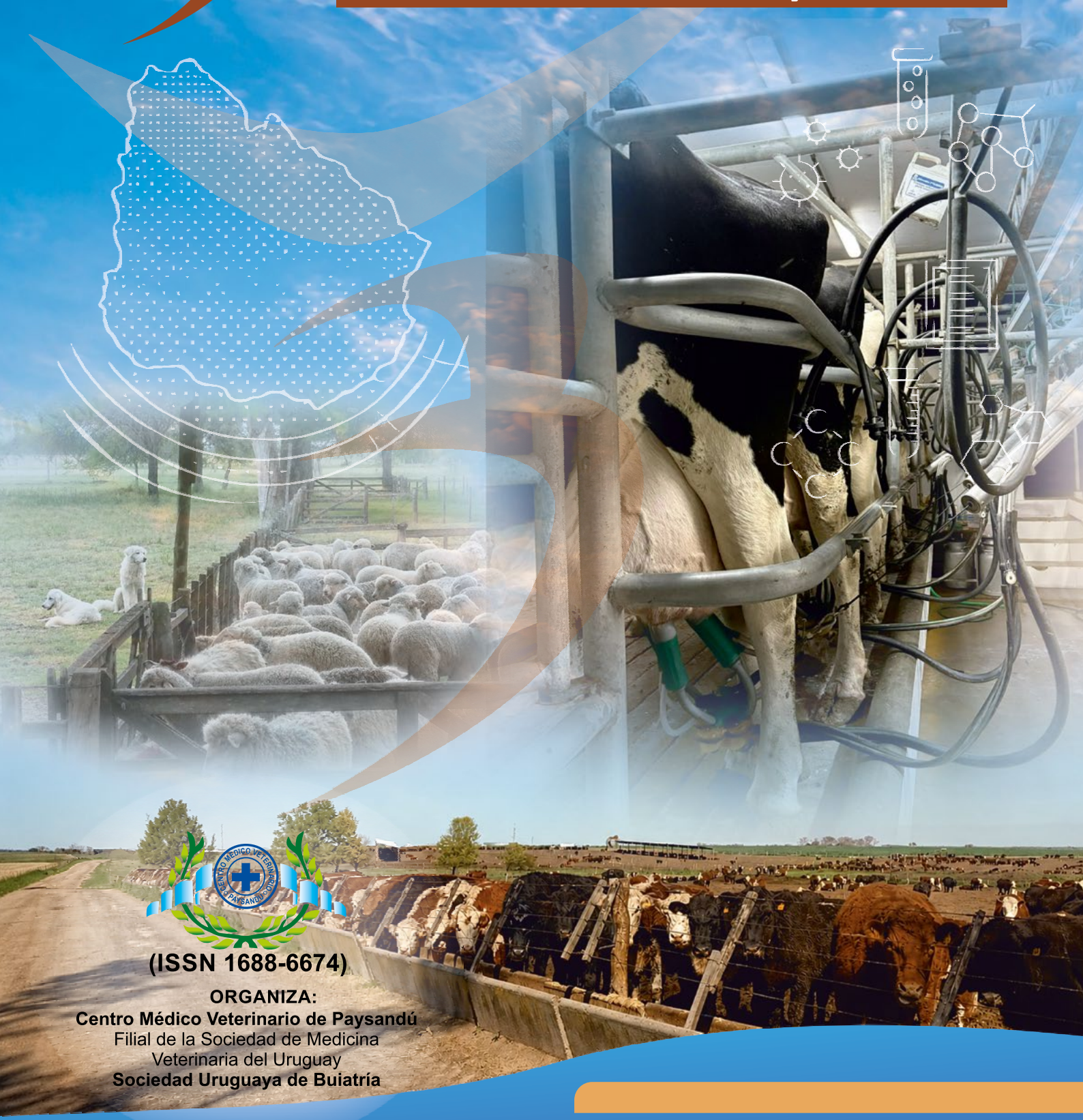
LIII

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA

DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY

4 Y 5 DE JUNIO / 2026



(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

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

UruguayNatural
Ministerio de Turismo

PDU PAYSANDÚ TIERRAHEROICA

JUNTA DEPARTAMENTAL DE PAYSANDÚ

ACADEMIA NACIONAL DE VETERINARIA URUGUAY

SMVU SOCIEDAD DE MEDICINA VETERINARIA DEL URUGUAY

FVET Facultad de Veterinaria Universidad de la República Uruguay

CEV CÁMARA DE ESPECIALIDADES VETERINARIAS

CVU

INIA Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria URUGUAY

inac Instituto Nacional de Carnes

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente: Dra. Lourdes Adrien
Secretaria: Dra. Magdalena Filgueira
Tesorera: Dra. Sofía Vanzini
Vocales: Dra. Gloria Arnaud
Dr. Alberto Casal
Dra. Carmela dos Santos
Dra. Victoria Elizondo
Dr. Leonardo Franco
Dr. Edgardo Gianneechini
Dra. Carolina Griffin
Dra. Carolina Matto
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: Dra. Magdalena Filgueira
Secretario: Dr. Serafín Ceriani
Tesorero: Dr. Leonardo Franco
Vocal: Dr. José Larrosa

Suplentes
Dr. Edgardo Gianneechini
Dra. Lucía Ferreira
Dr. Patricio Dorrego
Dr. Juan Franco
Dr. Agustín Álvarez

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 INAC

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:

DCV Lourdes Adrien
Lic. Bioq. Guzmán Álvarez
DCV Germán Antúnez
DMTV Teresa Armúa
DMTV Mette Bouman
DMTV Martín Breijo
DMTV Alejandro Britos
MV Darío Caffarena
MV Germán Cantón
DCV Serafín Ceriani
DCV Daniela Crespi
DMTV Juan Pablo Damián
DCV Laureana de Brun
DMTV Fernando Dutra
DMTV Carolina Fiol
DMTV Juan Franco
DMTV Edgardo Gianecchini
DMTV Jorge Gil
DCV Stephanie Lara
DCV Carolina Matto
DCV María Noel Méndez
DCV Graciana R. Mendina
Zoot. Gabriel Menegazzi
DMTV Jorge Moraes
DCV Soledad Núñez
DMTV Julio Olivera
DCV Andrea Pinczak
DMTV Franklin Riet-Correa
DMTV Rodolfo Rivero
Ing. Agr. Catalina Rivoir
DCV Víctor Rodríguez
DCV Fiorella Scaglione
DMTV Soledad Valledor
DMTV José Manuel Venzal

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 Bazet
Sra. Romina Trujillo

GESTIÓN COMERCIAL

Dra. Daniela Vener

EDITORES RESPONSABLES

Dra. Lourdes Adrien
Dra. Victoria Elizondo
Dra. Victoria Pons
Dra. Graciana Rodrigues Mendina

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

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

UruguayNatural
Ministerio de Turismo

PDU PAYSANDÚ TIERRA HEROICA

inac
Instituto Nacional de Carnes

INIA
Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
URUGUAY

FVET
Facultad de Veterinaria
Universidad de la República
Uruguay

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EEMAC
Estación Experimental
"Dr. Mario A. Cassinoni"

BANCO REPÚBLICA

Patrocinadores

TECNOLOGÍA A MEDIDA

Biogénesis Bagó

Boehringer Ingelheim

CALIER

50 años juntos cibeles
Confianza que genera resultados

Codenor s.a.

COLAVECO

COPAGRAN
COOPERATIVA AGRARIA NACIONAL

CRÍA
Servicio Integrado de Reproducción Animal

Doralben Richmond Vet Pharma

Elanco

Krebz®

LA SALUD DE LOS ANIMALES PARA LA SALUD DEL HOMBRE
FATRO

GRANHOTEL PAYSANDÚ

itpsa

LK König

Al Norte

LABBIO
LABORATORIO CLÍNICO VETERINARIO

MedicalVet
IMPORTADOR EQUIPOS MÉDICOS Y VETERINARIOS

LABORATORIOS MICROSULES

MSD Salud Animal

HEREFORD URUGUAY
CRIADORES DESDE 1864

TECNOVAX
ciencia que protege

st torrevieja

LA BUENA ESTRELLA

universal lab ltda.
lo nuevo con respaldo.

VETERINARIA BORTAGARAY Y CIA. LTDA.

Veterinaria FRASCHINI

Veterinaria VOLPE

Virbac

zoetis

ARGENTINA

Dr. Germán José Cantón (PhD). Investigador del Grupo de Salud Animal de la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)

Dr. Martín Zinícola (PhD). Director de COWIX SA y Director de FerAppease en Argentina. Patrocinado por empresa Krebz. Argentina

BRASIL

MV. Fabio Gallas Leivas (PhD). Profesor Titular en Reproducción Animal de la Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA).

CHILE

Dra. Paula González-Rivas (PhD). Consultora técnica para ganadería (Virbac Australia) en el área de nutrición y salud animal. Investigadora Honoraria de la Universidad de Melbourne, Australia.

Dr. Fernando Ulloa (PhD). Investigador del Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria en Universidad Austral de Chile.

ESPAÑA

MV Luis Miguel Ortega Mora (PhD). Profesor en la Universidad Complutense de Madrid. Director del Grupo SALUVET Salud veterinaria y zoonosis.

ESTADOS UNIDOS

Lic. Jimena Laporta (PhD). Profesora Asociada de Fisiología de la Lactancia en el Departamento de Ciencias Animales, Universidad de Wisconsin–Madison.

MÉXICO

MV Eduardo Puente Casillas. Gerente técnico en ganadería en Zoetis para la región de SoLA (Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay).

MVZ Sonia Vázquez Flores (PhD). Profesora Emérita, del Tecnológico de Monterrey. Disertante patrocinada por la empresa ITPSA Uruguay.

URUGUAY

Dr. Agustín Álvarez. Médico Veterinario de ejercicio liberal, director técnico de empresa veterinaria y gestor de establecimiento agropecuario de cría y cabaña. Integra directivas de instituciones gremiales y de criadores a nivel nacional.

Dr. Santiago Bordaberry. Médico Veterinario del ejercicio liberal. Socio de Agromedical SRL y vicepresidente de El Baqueano S.A.

Dr. Guillermo de Nava (MSc). Asesor en producción ganadera e integrante de la Academia Nacional de Veterinaria del Uruguay y del Tribunal de Ética del Colegio Veterinario del Uruguay.

Dr. Pablo Formento. Médico Veterinario, Profesor Adjunto (G3) en Legislación Veterinaria, Facultad de Veterinaria, de la Universidad de la República y responsable de capacitaciones en el Instituto Nacional de Carnes (INAC).

Dr. Pablo Marinho. Médico Veterinario de ejercicio liberal, técnico responsable en empresas de servicios veterinarios y nutrición animal.

Dr. Diego Moreira. Médico Veterinario y Coordinador del Programa Nacional de Residuos Biológicos (PNRB) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

Dra. María Cecilia Bonino. Médica Veterinaria y presidenta del Colegio Veterinario del Uruguay.

Dra. Magdalena Cassarino. Veterinaria Oficial de Servicios Ganaderos de Flores del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

Dra. Caroline da Silva Silveira (PhD). Investigadora Adjunta, Plataforma de Investigación en Salud Animal, INIA La Estanzuela.

Dra. Victoria Iriarte (PhD). Veterinaria Oficial, Asesora Técnica de la Dirección General de Servicios Ganaderos (MGAP). Unidad de Medicina Preventiva y Epidemiología Veterinaria, Facultad de Veterinaria.

Dra. Florencia Pieruccioni (MSc). Técnica del Laboratorio Dr. Miguel C. Rubino, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

Ec. Álvaro Pereira. Gerente de Acceso a Mercados del Instituto Nacional de Carnes (INAC), especialista en

comercio internacional de carnes y acceso a mercados, con participación en organismos internacionales del sector y actividad docente en agronegocios.

Ing. Alim. Natalia Baccino. Sección Residuos Biológicos del Programa Nacional de Residuos Biológicos del MGAP y coordinadora del Subcomité CCRVDF en Uruguay.

Ing. Agr. Gianni Bianchi (PhD). Consultor privado en producción animal.

Ing. Agr. Eduardo Blasina. Fundador y director de Blasina y Asociados, presidente de la Comisión de Agroecología Uruguay.

Ing. Agr. Alejandro La Manna (PhD). Investigador en nutrición y fisiología animal de la Estación Experimental de La Estanzuela, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

Lic. Andrés Cabrera (PhD). Prof. Adjunto (G3). Facultad de Medicina, Departamento de Parasitología y Micología, Universidad de la República.

Lic. Alexandra Cravino (PhD). Docente e investigadora en la Facultad de Ciencias, Grupo Biodiversidad y Ecología de la Conservación, Universidad de la República.

LOS TRABAJOS INCLUÍDOS EN ESTA PUBLICACIÓN SON RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DE SUS AUTORES. LOS NO INCLUÍDOS EN ESTA EDICIÓN RESPONDEN A DECISIÓN DE SUS RESPONSABLES O A SU RECEPCIÓN FUERA DE PLAZO.

Jueves 4 de junio de 2026

Sala 1

Simposio de clínica y patología

Principales enfermedades diagnosticadas en sistemas de cría bovina en la región central de Argentina diagnosticadas por el SVDE-INTA Balcarce. Dr. Germán José Cantón (PhD). Investigador del Grupo de Salud Animal de la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina.

Criptosporidiosis y su control integral en terneros. MVZ Sonia Vázquez Flores (PhD). Clínica y consultora global en Medicina de producción y epidemiología molecular, especializada en zoonosis y diagnóstico molecular. Profesora Emérita, del Tecnológico de Monterrey. México. Disertante patrocinada por la empresa ITPSA Uruguay.

Principales enfermedades diagnosticadas en sistemas de invernada y engorde a corral en la región central de Argentina diagnosticadas por el SVDE-INTA Balcarce. Dr. Germán José Cantón (PhD). Investigador del Grupo de Salud Animal de la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina.

Acto inaugural

Mesa redonda sobre Neosporosis

Neosporosis bovina: una propuesta de medidas para su control en el rodeo. MV Luis Miguel Ortega Mora (PhD). Profesor en la Universidad Complutense de Madrid, Director del Grupo Salud veterinaria y Zoonosis. España.

Neosporosis bovina en Uruguay: desde la biología de *N. caninum* hasta el control de la enfermedad. Lic. Andrés Cabrera (PhD). Prof. Adjunto (G3). Facultad de Medicina, Departamento de Parasitología y Micología, Universidad de la República, Uruguay.

Diagnóstico de Neosporosis en Uruguay. Dra. Caroline da Silva Silveira (PhD), Investigadora Adjunta, Plataforma de Investigación en Salud Animal, INIA La Estanzuela y Dra. Florencia Pieruccioni (MSc), Técnica del Laboratorio Dr. Miguel C. Rubino, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Uruguay.

Espacio para preguntas e intercambio entre los participantes de la mesa.

Sala 2

Simposio de producción de carne

Razas ovinas de pelo para la producción de carne en Uruguay: mitos, ventajas y limitaciones. Ing. Agr. Gianni Bianchi (PhD). Consultor privado. Uruguay.

Persistencia de un auge sin precedentes para la carne vacuna. Ing. Agr. Eduardo Blasina. Fundador y director de Blasina y Asociados, presidente de la Comisión de Agroecología Uruguay.

Fiebre aftosa en agenda: evaluación de riesgos y cómo nos preparamos. Situación actual global, Dra. Victoria Iriarte. Resultados del análisis de riesgo en Uruguay, Dra. Magdalena Cassarino. Uso de modelos matemáticos para preparación para la emergencia, Dra. Victoria Iriarte. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay.

Simposio de Bienestar Animal

Vacas secas bajo estrés térmico: impactos productivos y programación de las siguientes generaciones. Lic. Jimena Laporta (PhD). Profesora Asociada de Fisiología de la Lactancia en el Departamento de Ciencias Animales, Universidad de Wisconsin–Madison. Estados Unidos.

Efectos del estrés térmico en ganado de carne: de la fisiología a la calidad de la carne y su manejo proactivo. Dra. Paula González-Rivas (PhD). Consultora técnica para ganadería (Virbac Australia) en el área de nutrición y salud animal. Investigadora Honoraria de la Universidad de Melbourne. Chile.

Estrés calórico en corrales de engorde: ¿qué pasa en Uruguay? Ing. Agr. Alejandro La Manna (PhD). Investigador en nutrición y fisiología animal de la Estación Experimental de La Estanzuela, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Uruguay.

FerAppease: una revolución en el manejo del estrés. Su impacto en la salud y productividad de bovinos de carne y leche. Dr. Martín Zinicola (PhD). Espacio patrocinado por la empresa Krebz. Argentina.

Viernes 5 de junio

Sala 1

Simposio de lechería

Leche de descarte en sistemas lecheros: patógenos, resistencia antimicrobiana y residuos de antibióticos en la alimentación de terneros. Dr. Fernando Ulloa (PhD). Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria en Universidad Austral de Chile. Chile.

Primeros 90 días: el rol de la sanidad en el desarrollo futuro de la ternera. Med. Vet. y Zootecnista Eduardo Puente Casillas**.** Gerente técnico en ganadería en Zoetis para la región de SoLA (Argentina, Bolivia, Paraguay y Uruguay). Espacio contratado por Zoetis.

Terneros bajo estrés térmico: riesgos, respuestas fisiológicas y manejo preventivo. Lic. Jimena Laporta (PhD). Profesora Asociada de Fisiología de la Lactancia en el Departamento de Ciencias Animales, Universidad de Wisconsin–Madison. Estados Unidos.

Aplicación de test rápido para diagnóstico de resistencia a la garrapata. Espacio contratado por Microsules.

Simposio de Reproducción

El impacto del uso de eCG en protocolos de IATF en vacas y vaquillonas. MV. Fabio Gallas Leivas (PhD). Profesor Titular en Reproducción Animal de la Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Brasil.

Mesa redonda: "Implementación de la IATF en sistemas ganaderos: experiencia y opinión de los profesionales"

Moderadores: Dr. Lauro Artía y Dr. Serafín Ceriani

Integrantes de la mesa:

Dr. Agustín Álvarez, Dr. Hugo Martínez Cal, Dr. Guillermo de Nava, Dr. Pablo Marinho, Dr. Santiago Bordaberry.

Sala 2

Comunicación oral: Efecto de la esquila y la suplementación antioxidante sobre la calidad seminal en carneros merino australiano. Macarena Ocampo, Micaela Rodano, Carlos Batista, Victoria Pons, Elize van Lier, Celmira Saravia, Jorge Gil.

Comunicación oral: Fracturas en terneros de cría asociadas a hipocuprosis en Argentina: reporte de caso**.** Francisco Plaza, Alejandra Ambrosino, Delfina Balbuena, Agustina Tettamanti, Adriana Lauro, Eleonora Morrell, Juan Poo, Valeria Scioli y Germán Cantón.

Mesa redonda: "Uso responsable de productos veterinarios y su impacto en la cadena cárnica nacional". Modera: Dra. Cecilia Bonino (Colegio Veterinario del Uruguay).

- Relevancia de las habilitaciones sanitarias en la exportación de carne. Ec. Álvaro Pereira. Instituto Nacional de Carnes, Uruguay.

- Programa Nacional de Residuos Biológicos y Controles en la Cadena Cárnica. Dr. Diego Moreira. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay

- Herramientas analíticas para la detección de residuos de medicamentos veterinarios. Ing. Alim. Natalia Baccino. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay

- Responsabilidades de los actores y Buenas Prácticas de Uso de Productos Veterinarios. Dr. Pablo Formento. Instituto Nacional de Carnes, Uruguay.

Espacio para preguntas

Comunicación oral: Potencial de hongos acaropatógenos para el control de *Rhipicephalus microplus*: evaluación en larvas y adultos. Tamara Gutiérrez, Federico Rivas, Wendell Perinotto, Alejo Menchaca y Pablo Parodi.

Simposio de enfermedades infecto-contagiosas

Lo que pasa fuera del potrero también importa: fauna silvestre, ganado y patógenos. Lic. Alexandra Cravino (PhD). Docente e investigadora en la Facultad de Ciencias, Grupo Biodiversidad y Ecología de la Conservación, Universidad de la República. Uruguay.

Toxoplasmosis ovina: nuevos avances en la patogenia del fallo reproductivo en el tratamiento y en la vacunación. MV Luis Miguel Ortega Mora (PhD). Profesor en la Universidad Complutense de Madrid, Director del Grupo Salud veterinaria y Zoonosis. España.

Comunicación oral: Bloqueo anestésico de Peterson: es posible realizarlo en ovinos? Fiorella Scaglione, Magdalena Domínguez, Matías Rocco, Franco Alvira, Stephanie Lara, Sebastián Rossi.

Comunicación oral: Seroprevalencia y análisis de asociación entre *Neospora caninum* y el virus de la leucosis bovina en vaquillonas de recría: resultados preliminares. Abraham Noda, Yisel Cuello, Soledad Echeverria, Valentina Skuras, Carolina Fiol, Andres Cabrera, Laureana de Brun.

Comunicación oral: Microbiota, eficiencia y metano: avances recientes en la Central de Prueba de Kiyú, Pablo Peraza.

Sábado 6 de Junio

1 - Cursillo - Taller Post-Jornada: Taller de discusión de casos clínicos en rumiantes.

Lugar: Estacion Experimental Mario A. Cassinoni

Participan: Dr. Germán Cantón

Colaboran: Dra. Carolina Matto, Dr. Emiliano Rivas, Dra. Lourdes Adrien

2- Cursillo - Taller Post-Jornada: Taller de diagnóstico ultrasonográfico de actividad ovárica en vacas.

Lugar: Estacion Experimental Mario A. Cassinoni y Establecimiento Ñutuyá

Organiza: Medical Vet

Docente: Dr. Richard Nuñez (PhD)

BUENAS PRÁCTICAS DE USO DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS Y SU IMPACTO EN LA CADENA CÁRNICA

Hacer las cosas bien en el campo es parte de lo que hacemos todos los días. Respetar los tiempos de espera de los medicamentos veterinarios tiene que ser un hábito.

PRODUCIR BIEN,
también es saber ESPERAR.

Compartimos con ustedes el rol del profesional veterinario y las medidas impulsadas por la institucionalidad agropecuaria ante tan relevante asunto.

ROL DE VETERINARIO/A DE LIBRE EJERCICIO ACREDITADO

La certificación para embarque a frigorífico es un acto profesional de responsabilidad sanitaria, técnica y legal. Allí se certifica que el ganado remitido a faena cumple con los requisitos exigidos, entre ellos el cumplimiento estricto de los tiempos de espera correspondientes de cada medicamento veterinario que se haya suministrado, y solicitar la Planilla de Control Sanitaria obligatoria del establecimiento.

ROL DEL VETERINARIO/A OFICIAL

Los veterinarios oficiales también cumplen un rol clave en el proceso de certificación, mediante controles tanto a nivel de campo -Sanidad Animal- como en frigorífico -Industria Animal-.

Para más información

ACCIONES DE LA INSTITUCIONALIDAD AGROPECUARIA

El Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca junto con el Instituto Nacional de Carnes están impulsando acciones en defensa de la carne uruguaya y su trayectoria en los mercados destinatarios.

Entre estas acciones se encuentra un plan de gestión y comunicación destinado a los diferentes actores del sector (técnicos, productores estudiantes) para concientizar sobre las buenas prácticas de uso de medicamentos veterinarios.

Recientemente, el Poder Ejecutivo dispuso nuevas medidas sancionatorias para productores que incumplen con las disposiciones previstas, facultando al MGAP a establecer multas por falta grave y muy grave ante la aparición de residuos de medicamentos veterinarios por encima del nivel permitido, o bien la utilización de fármacos no registrados en nuestro país e incluso podrá realizar interdicciones sanitarias preventivas.

Por su parte, se dispone también que, todos los establecimientos de faena controlados y habilitados por la División Industria Animal deberán elaborar e implementar un procedimiento referido a la comunicación con los proveedores de ganado, el cual deberá incorporarse a sus Manuales de Buenas Prácticas de Elaboración. Dicho procedimiento deberá poner especial énfasis en comunicar a los proveedores la importancia de una adecuada gestión de los medicamentos veterinarios, haciendo particular hincapié en el registro de los tratamientos veterinarios realizados, el cumplimiento de los tiempos de espera y en la prevención de la presencia de residuos en la carne y sus productos.

inac
Instituto Nacional de Carnes

Para facilitar la labor de veterinarios/as y productores/as, el MGAP está previendo indicaciones en los envases de los medicamentos veterinarios para orientar sobre el tiempo de espera necesario para remitir animales a faena en frigorífico, cuando se haya suministrado estos productos a los animales.

Registrar y verificar en la planilla de control sanitario la fecha en la que fue administrado el producto, debe ser un hábito.

BUENAS PRÁCTICAS DE USO DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS Y SU IMPACTO EN LA CADENA CÁRNICA

Relevancia de las habilitaciones sanitarias en la exportación de carne. Ec. Álvaro Pereira (INAC)

20 MIN

Programa Nacional de Residuos Biológicos y Controles en la Cadena Cárnica. Dr. Diego Moreira (MGAP)

20 MIN

Herramientas Analíticas para la detección de residuos de medicamentos veterinarios. Ing. Alim. Natalia Baccino (MGAP)

15 MIN

Responsabilidades de los actores y Buenas Prácticas de Uso de Productos Veterinarios. Dr. Pablo Formento (INAC)

15 MIN

Moderadora: Dra. Cecilia Bonino (Colegio Veterinario del Uruguay)

inac
Instituto Nacional de Carnes

BUENAS PRÁCTICAS DE USO MEDICAMENTOS VETERINARIOS

- Utilice únicamente medicamentos veterinarios **REGISTRADOS** por el MGAP.
- Compre los medicamentos veterinarios en **COMERCIOS HABILITADOS** por el MGAP en nuestro país.
- Lea atentamente la **ETIQUETA O EL PROSPECTO** del producto veterinario.
- Respete el **TIEMPO DE ESPERA** específico de cada producto.
- Respete las **INDICACIONES de USO, DOSIS y VÍAS de ADMINISTRACIÓN** recomendadas para cada medicamento.
- Registre todos los tratamientos realizados en la **PLANILLA DE CONTROL SANITARIO.**
- Consulte previamente a su **VETERINARIO O VETERINARIA DE CONFIANZA.** Un diagnóstico correcto es clave para elegir el tratamiento eficaz.

TIEMPO DE ESPERA

Es el período de tiempo que debe transcurrir entre la última administración de un producto veterinario y la faena del animal con destino a consumo humano.

inac
Instituto Nacional de Carnes

TIEMPOS DE ESPERA DE MEDICAMENTOS VETERINARIOS PREVIOS A LA FAENA (BOVINOS)

PRINCIPIO ACTIVO	VÍAS DE ADMINISTRACIÓN	TIEMPOS DE ESPERA EN CARNES DESPUÉS DEL ÚLTIMO TRATAMIENTO
Moxidectin	Inyectable	35 días
Abamectina 1%	Inyectable	35 días
Doramectina 1%	Inyectable	43 - 59 días
Ivermectina 1%	Inyectable	35 - 60 días
Doramectina 3,15%	Inyectable	120 días
Ivermectina 3,15%	Inyectable	122 días
Ivermectina 1% + Fluazuron 12,5%	Inyectable	130 días
Eprinomectina	Pour-on	0 días
Alfacipermetrina	Pour-on	2 días
Flumetrina	Pour-on	5 días
Moxidectin	Pour-on	14 días
Fluazuron	Pour-on	42 días
Fluzauron + Flumetrina	Pour-on	42 días
Fluralaner 5%	Pour-on	84 días
Fipronil	Pour-on	100 días
Fipronil + Abamectina	Pour-on	122 días
Alfacipermetrina	Baño	2 días
Cipermetrina 15%	Baño	2 - 4 días
Amitraz	Baño	14 días
Clorpiriphos 50% + Cipermetrina 20%	Aspersión	70 días
Ethion 40% + Cipermetrina 10%	Baño	130 días

Para más información

Verificar siempre los tiempos de espera indicados en la etiqueta porque éstos no solo dependen del principio activo sino de la concentración y/o los excipientes en la formulación y la especie destino.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

inac Instituto Nacional de Carnes

Disertantes

16 – PRINCIPALES ENFERMEDADES DIAGNOSTICADAS EN SISTEMAS DE CRÍA BOVINA EN LA REGIÓN CENTRAL DE ARGENTINA POR EL SVDE-INTA BALCARCE

Germán Cantón, Emiliano Sosa, Juan Agustín García, Verónica Recalt, Eleonora Morrell.

27 – PRINCIPALES ENFERMEDADES DIAGNOSTICADAS EN SISTEMAS DE INVERNADA Y ENGORDE A CORRAL EN LA REGIÓN CENTRAL DE ARGENTINA POR EL SVDE-INTA BALCARCE

Germán Cantón, Emiliano Sosa, Juan Agustín García, Verónica Recalt, Eleonora Morrell.

39 – CRIPTOSPORIDIOSIS Y SU CONTROL INTEGRAL EN TERNEROS

Dra. Sonia Vázquez Flores MVZ MPVM PhD

45 – NEOSPOROSIS BOVINA: una propuesta de medidas para su control en el rebaño.

Ortega-Mora, L.M.; Regidor-Cerrillo, J.; Collantes-Fernández, E.; Álvarez-García, G.

55 – NEOSPOROSIS BOVINA: desde la biología de *Neospora caninum* hasta el control de la enfermedad en rodeos en Uruguay

Andrés Cabrera

59 – NEOSPOROSIS: abordaje serológico poblacional como herramienta diagnóstica de abortos bovinos

Caroline da Silva Silveira, MV, MSc, PhD

63 – ABORTO BOVINO ASOCIADO A *Neospora Caninum*: estudio diagnóstico en fetos

Florencia Pieruccioni

68 – RAZAS OVINAS DE PELO PARA LA PRODUCCIÓN DE CARNE EN URUGUAY: mitos, ventajas y limitaciones

Bianchi Olascoaga G.

84 – FIEBRE AFTOSA EN AGENDA: Situación global, evaluación de riesgos y preparación en Uruguay

Marcelo Rodríguez, Magdalena Cassarino, María Victoria Iriarte

90 – EFECTOS MULTIGENERACIONALES DEL ESTRÉS CALÓRICO EN EL GANADO LECHERO: impactos a largo plazo y estrategias de mitigación

Jimena Laporta y Maverick C. Guenther

99 – EFECTOS DEL ESTRÉS TÉRMICO EN EL GANADO DE CARNE: de la fisiología a la calidad de carne y su manejo proactivo

Paula González-Rivas

110 – ESTRÉS CALÓRICO EN CORRALES DE ENGORDE DE BOVINOS: ¿Que pasa en uruguay?

Alejandro La Manna, Valentín Aznarez, Gonzalo Roig, Juan Clariget María Eugenia A. Canozzi, Enrique Fernández, Santiago Luzardo, Georgget Banchero

116 – LECHE DE DESCARTE EN SISTEMAS LECHEROS: patógenos, resistencia antimicrobiana y residuos de antibióticos en la alimentación de terneros

F. Ulloa, M. Penati, M. F. Addis, M. Salgado.

125 – IMPACTO DEL USO DEL GONADOTROFINA CORIÓNICA EQUINA (eCG) EN PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN VACAS Y VAQUILLONAS.

Fábio Gallas Leivas, Daniela dos Santos Brum

134 – LO QUE PASA FUERA DEL POTRERO TAMBIÉN IMPORTA: fauna silvestre, ganado y patógenos

Alexandra Cravino, Belén Crampet, Romina Icasuriaga, Andrés Cabrera, Florencia Cancela, Alejandro Brazeiro, Santiago Mirazo

141 – TOXOPLASMOSIS OVINA: nuevos avances en la patogenia del fallo reproductivo, en el tratamiento y en la vacunación

Ortega-Mora, L.M.; Sánchez-Sánchez, R.; Velasco-Jiménez, N.; Regidor-Cerrillo, J.; Calero-Bernal, R.

Posters

149 – NEUMONÍA ENZOÓTICA EN TERNERAS HOLANDO EN UN SISTEMA DE PASTOREO DE ALTA ROTACIÓN

Marcela Preliasco, Ximena Salaberry, Diego Fontes, Laureana de Brun, Leticia Diana, Florencia Pieruccioni, Joaquín Armua, Beatriz Rodríguez, Florencia Domínguez, Justin Auscarriaga, Lorena Bonjour, Natalia Montaldo

153 – ABORTO BOVINO CAUSADO POR *Staphylococcus aureus* EN TACUAREMBÓ, URUGUAY

Cintia R.R. Queiroz Machado, Fabiana Paula, Fabiana López, Mizael Machado, Alejo Menchaca y Franklin Riet-Correa

156 – INFECCIÓN POR PARAPOXVIRUS EN BOVINOS PARA CARNE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA: reporte de brote

Alejandra Ambrosino, Eleonora Morrell, Francisco Plaza, Manuel Lugand, Juan Ignacio Montes, Andrea Verna, Andrea Peralta, Germán Cantón.

159 – EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA INMUNE DE VACUNAS CONTRA LEPTOSPIROSIS EN BOVINOS

Matilde López Ana Acosta,Tamara Iglesias, Gustavo Varela, Laureana De Brun

162 – DESCRIPCIÓN DE DOS BROTES DE ABORTO BOVINO CAUSADOS POR *Leptospira interrogans* y *Leptospira kirschneri* EN URUGUAY

Raissa Moreira de Morais, Federico Giannitti, Leticia Zarantonelli, Camila Ciuffo, Martín Fraga, Alejo Menchaca, Caroline da Silva Silveira

165 – DESCRIPCIÓN DE UN BROTE DE TÉTANOS EN BOVINOS ABERDEEN ANGUS RECIENTEMENTE ELASTRADOS EN ARGENTINA

Álvaro Francisco Ruiz; Francisco Plaza; Delfina Balbuena; Alejandra Ambrosino; Victoria Costantino; Natalia Campos; María Andrea Fiorentino, Juan Agustín García, Germán Cantón y Emiliano Sosa

168 – IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONTROL DEL VIRUS DE LA DIARREA VIRAL BOVINA EN UN PREDIO DE COLONIA

María Barrandeguy; Maria Guerein; Caroline Da Silva; Federico Giannitti; Ludmila Slimovich; Marina Maurente; Alejo Menchaca; Luisina Gonnett, Leticia Maya; Rodney Colina; Ingryd Merchioratto.

171 – PLEUROPNEUMONIA FIBRINOSSUPURATIVA AGUDA DE ORIGEM BACTERIANA APÓS TRANSPORTE NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL – RELATO DE CASO

Rodrigo Zotti; Fabio Leonardi, Sandro Giuliani; Eduarda Santos Menezes; Bruna Borges Vaz; Adriana Lücke Stigger

174 – DETECCIÓN MOLECULAR DE PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR VECTORES EN BOVINOS EN EL NORTE DEL URUGUAY

Ana Rodríguez Machado, Pablo Parodi, Soledad Nuñez-de-Moraes, Rodrigo Alvez, María Laura Félix, Alejo Menchaca, José Manuel Venzal

178 – MOSCAS CALLIPHORIDAE DE IMPLICANCIAS SANITARIAS EN EL GANADO BOVINO EN URUGUAY

Camila Dalmorra, Anderson Saravia, Larissa Carneiro, Pablo Fresia, Taís Madeira-Ott, Alejo Menchaca, Rodrigo Kruger[1], Pablo Parodi[2]

182 – ABORTOS ASOCIADOS AL CONSUMO DE *Acanthostyles buniifolius* REPORTE DE BROTE NATURAL

Alejandra Capelli, Jorge Martínez, Bernardo Lockhart, Santiago Sosa, Joaquín Heredia, Luciana Currais, Mariana Perdomo, Carmen García y Santos

185 – SEROPREVALENCIA Y ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN ENTRE *Neospora Caninum* Y EL VIRUS DE LA LEUCOSIS BOVINA EN VAQUILLONAS DE RECRÍA: resultados preliminares

Abraham Noda, Yisel Cuello, Soledad Echeverria, Valentina Skuras, Carolina Fiol, Andres Cabrera, Laureana de Brun

188 – DESCRIPCIÓN DE FOCOS DE COCCIDIOSIS (EIMERIOSIS) BOVINA EN URUGUAY

Anderson Saravia, Federico Giannitti, Mizael Machado, Alejo Menchaca y Pablo Parodi

192 – POTENCIAL DE HONGOS ACAROPATÓGENOS PARA EL CONTROL DE *Rhipicephalus microplus*: evaluación en larvas y adultos

Tamara Gutiérrez , Federico Rivas, Wendell Perinotto, Alejo Menchaca y Pablo Parodi

196 – FACTORES QUE AFECTAN LA PRESENCIA DE *Rhipicephalus microplus* EN PREDIOS GANADEROS DEL URUGUAY

Soledad Nuñez de Moraes, , Darío Caffarena, Alejo Menchaca, Pablo Parodi

199 – ALTA RESISTENCIA DE *Rhipicephalus microplus* A ACARICIDAS EN EL RECÔNCAVO BAIANO, BAHIA, BRAZIL

Juan Dario Puentes, Wendell Marcelo de Souza Perinotto, Pablo Parodi, Ana Maria Santos Lima, Larissa Claudino Ferreira, Ana Caroline Dantas Amorim, Vinícius Longo Ribeiro Vilela, Franklin Riet-Correa

202 – LINFOMA ESPORÁDICO EN BOVINOS: reporte de casos en Argentina

Germán Cantón, Juan Agustín García, Ignacio Álvarez Gentil, Emiliano Sosa, Eleonora Morrell.

205 – *ECTOPIA CORDIS* CERVICAL EN UN TERNERO ABERDEEN ANGUS

Álvaro Ruiz, Pedro Cantón, Juana Cantón y Germán Cantón.

207 – DIAGNÓSTICO INTEGRAL DE UN BROTE DE ENFERMEDAD RESPIRATORIA BOVINA EN TERNEROS DE UN SISTEMA EXTENSIVO DE RECRÍA CON ALTA MORTALIDAD EN DURAZNO, URUGUAY

Stephanie Lara, Fabiana López, Luis Moreno, Marcela Preliasco, Fulvio Eiraldi, Carolina Acevedo y Sabrina Pimentel

211 – DIAGNÓSTICO RÁPIDO DE PATÓGENOS VIRALES RESPIRATORIOS Y REPRODUCTIVOS BOVINOS POR PCR *MULTIPLEX*: una herramienta práctica para la vigilancia de enfermedades

Marina Maurente Berón, María Barrandeguy, Caroline Silveira da Silva, Federico Giannitti, Alejo Menchaca, Ingryd Merchioratto

214 – BROTES DE FOTOSENSIBILIZACIÓN HEPATÓGENA EN BOVINOS ASOCIADOS AL CONSUMO DE *Medicago sativa* (ALFALFA)

Carmen García y Santos, Alejandra Capelli, Santiago Sosa, Joaquín Heredia, Mariana Perdomo, Luciana Currais

217 – BROTE DE INTOXICACIÓN POR MONENSINA EN TERNEROS SOBREAÑO EN RIVERA, URUGUAY

Ana Lívia V. Sousa, Andrés Sosa, Sol Andrés, Fabrizio Sarraute, Lucía Astore, Paulina Avondet, Nicolás Ambrosoni, Cintia R.R. Queiroz-Machado, Alejo Menchaca y Mizael Machado

220 – BROTE MASIVO DE NEUMONÍA INTERSTICIAL TÓXICA EN VAQUILLONAS ASOCIADO AL CONSUMO DE PASTURAS DE RÁPIDO CRECIMIENTO Y POSIBLE EXPOSICIÓN A *Perilla spp.* EN TACUAREMBÓ, URUGUAY

Ana Lívia V. Sousa, Karina Cresci, Cintia R.R. Queiroz-Machado, Alejo Menchaca y Mizael Machado

223 – RESOLUCIÓN QUIRÚRGICA DE TIMPANISMO RUMINAL CRÓNICO RECURRENTE EN TERNERA EN DESTETE PRECOZ

María de Lourdes Adrien, Valentina Mary, Emiliana Modernell, Valentina Montesano, Mariana Rodríguez, Araceli Domínguez

226 – FRACTURAS EN TERNEROS DE CRIA ASOCIADAS A HIPOCUPROSIS EN ARGENTINA: reporte de caso

Francisco Plaza, Alejandra Ambrosino, Delfina Balbuena, Agustina Tettamanti, Adriana Lauro, Eleonora Morrell, Juan Poo, Valeria Scioli y Germán Cantón

230 – PREFERENCIAS Y COMPORTAMIENTO DE CONSUMO DE BLOQUES NUTRICIONALES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE *Allium sativum* EN GANADO VACUNO

Jessica Caballero, Juan Pablo Damián, Diego Robaina y Gonzalo Suárez

233 – CONSUMO DE MATERIA SECA Y COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN VACAS LECHERAS: efecto de un desafío inflamatorio inducido con lipopolisacárido

J. Pizzichillo, M. García-Roche, A.C Malaquina, A. Casal

236 – MODELADO MULTIAGENTE DE DOS SISTEMAS LECHEROS EN CAMA CALIENTE CON CÁLCULO DE EFICIENCIA Y SURPLUS DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO

María Belén López-Pérez, Francisco Diéguez, Alejandro Mendoza, Matilde Tristant, y Alsiane Capelesso

239 – PRÁCTICAS DE REGISTRO DE LA INFORMACIÓN EN LOS SISTEMAS DE CRIANZA DE TERNEROS LECHEROS DE URUGUAY

María Inés Casaretto, Alejandro Mendoza, Federico Giannitti, Maximiliano Pastorini, Alicia Félix, Nicolle Pomiés, Alejo Menchaca, Ernesto Restaino, Nicolás Baraibar,Rocío Martínez, Darío Caffarena

243 – INDICADORES DE SALUD DE UBRE DE LA UNIDAD DE LECHERÍA DE INIA LA ESTANZUELA: primeros años de reporte

Jéssica Tatiana Morales Piñeyrúa, Elena de Torres

246 – INFLUENCIA DEL SCORE DEL TRACTO REPRODUCTIVO (4 VS. 5) SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN VAQUILLONAS SOMETIDAS A UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO

Rodríguez Sabarrós, M.; Espasandín, A.; Sanguinetti A.; de Nava, G.

249 – EFECTO DEL ÁCIDO OLEICO SOBRE LA MOTILIDAD ESPERMÁTICA DURANTE LA CRIOPRESERVACIÓN DE SEMEN BOVINO: datos preliminares

Larissa Weide, Fábio Gallas Leivas , Maria Victoria Pons, Jorge Gil, Claudia Amorim, Maria Eduarda de Araújo, Willian Kroll, Yasmim de Oliveira, Marcelo Maydana, João Lucas Damasceno, Vanessa de Barros, Amir Yasin, Gabriela Bitencourt, Karine de Mattos, Daniela Brum.

252 – CAMINATA SUAVE PREVIO AL EMBARQUE DE NOVILLOS A FAENA - ¿QUÉ EFECTO TIENE EN INDICADORES DE LA CANAL Y FISIOLÓGICOS?

Maria Eugênia A. Canozzi, Anderson Saravia, Vanessa Peripolli, Eduardo Pérez, Edward Batista, Juan Manuel Clariget

255 – CAMINATA SUAVE PREVIO AL EMBARQUE DE NOVILLOS A FAENA - ¿QUÉ EFECTO TIENE EN LA CALIDAD Y EN LOS ANTIOXIDANTES DE LA CARNE?

Maria Eugênia A. Canozzi, Santiago Luzardo, Facundo Ibañez, Cecilia Carballo, Maria Cristina Cabrera, Juan José Uzuca, Rodrigo Gonnet, Juan Manuel Clariget

258 – EFECTO DE LA ESQUILA Y LA SUPLEMENTACION ANTIOXIDANTE SOBRE LA CALIDAD SEMINAL EN CARNEROS MERINO AUSTRALIANO

Macarena Ocampo, Micaela Rodano, Carlos Batista, Victoria Pons, Elize van Lier, Celmira Saravia, Jorge Gil

261 – BLOQUEO ANESTÉSICO DE PETERSON: ¿es posible realizarlo en ovinos?

Fiorella Scaglione, Magdalena Domínguez, Matías Rocco, Franco Alvira, Stephanie Lara, Sebastián Rossi

264 – EVENTO EXTREMO DE FRÍO Y MORTALIDAD NEONATAL DE CORDEROS: evaluación biometeorológica en un sistema ovino pastoril

Saravia C., Munka M.C., Caffera R. M., Bentancur O., Astigarraga L. , Rodríguez Palma R., van Lier E.

Disertantes

PRINCIPALES ENFERMEDADES DIAGNOSTICADAS EN SISTEMAS DE CRÍA BOVINA EN LA REGIÓN CENTRAL DE ARGENTINA POR EL SVDE-INTA BALCARCE

Germán Cantón*, Emiliano Sosa, Juan Agustín García, Verónica Recalt, Eleonora Morrell.

Servicio de Diagnóstico Veterinario Especializado, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, RN 226 km. 73.5, 7620, Balcarce, Argentina. *canton.german@inta.gob.ar

1 – RESUMEN

Los sistemas de cría bovina han sido fundamentales para la industria regional, impulsando la actividad económica y cultural en Argentina. Estos sistemas se centran en la cría de terneros en sistemas pastoriles extensivos. Este sector se enfrenta continuamente a desafíos debido a la competencia con la agricultura, lo que exige la adopción de tecnología y la intensificación para lograr aumentar la rentabilidad. Sin embargo, una de las principales limitantes es la baja eficiencia reproductiva (con

de destete que no superan al 70%), afectadas por la subnutrición y la presencia de enfermedades infecciosas que afectan interrumpen la gestación . Entre los principales desafíos se encuentran la baja adopción de tecnología, la nutrición deficiente debido a escasez forrajera durante temporadas con clima desfavorable, deficiencias minerales debido al uso limitado de suplementación sistemática, entre otros problemas sanitario-productivos. Asimismo, la ocurrencia de enfermedades en los terneros al pie de la madre, asociados a falta de implementación de inmunizaciones, situaciones de manejo, entre otros. En este trabajo se resumen las principales problemáticas sanitarias registradas en sistemas de cría bovina, en la región central de Argentina, por el Servicio de Diagnóstico Veterinario Especializado del INTA Balcarce.

2 – SUMMARY

Cow-calf systems have been fundamental to the regional industry, driving economic and cultural activity in Argentina. These systems focus on raising calves in extensive pasture-based systems. They face challenges due to competition with agriculture, which necessitates the adoption of technology and intensification for the future. However, one of the main limitations is low reproductive efficiency (with weaning rates not exceeding 70%), affected by undernutrition and the presence of reproductive diseases. Among the main challenges are the low adoption of technology, poor nutrition due to forage scarcity during seasons with unfavorable weather, mineral deficiencies due to the limited use of systematic supplementation, and other health and production problems. Additionally, the occurrence of diseases in calves is associated with a lack of immunization, management practices, and other factors. This work summarizes the main health problems recorded in beef systems in the central region of Argentina by the Specialized Veterinary Diagnostic Service of INTA Balcarce.

PALABRAS CLAVE: cría bovina, eficiencia, reproducción, salud.

3 – INTRODUCCIÓN

Uno de los desafíos de las próximas décadas es aumentar la producción global de alimentos sin expandir significativamente la superficie agropecuaria. En este contexto, la eficiencia reproductiva de los sistemas ganaderos será un factor clave para asegurar la provisión de proteína animal que permita satisfacer la demanda generada por el creciente aumento de la población mundial. Asimismo, la mayor competitividad del mercado exigirá a los países productores de carne mejorar sus niveles de eficiencia, reduciendo al mismo tiempo su huella de carbono e hídrica. Cabe destacar que los sistemas ganaderos basados en pastizales extensivos y praderas naturales representan más del 50% del ganado productivo a nivel mundial (Cantón et al., 2022a).

En este trabajo se resumen las principales limitantes sanitarias y productivas asociadas a la baja eficiencia de los sistemas de cría bovina en la región central de Argentina, registradas por el Servicio de Diagnóstico Veterinario Especializado del INTA Balcarce durante los últimos años.

4 – DESARROLLO

Los rumiantes en sistemas de producción extensiva están expuestos a condiciones ambientales que, en muchos casos, no se encuentran adecuadamente caracterizadas, lo que dificulta dimensionar el impacto que estos factores pueden tener en la ocurrencia de pérdidas reproductivas. En este contexto, resulta fundamen-

tal determinar el origen de las bajas tasas de destete en estos sistemas. Para ello, preguntas tales como: ¿Quedaron preñadas las madres al finalizar la temporada reproductiva? ¿Parieron las madres preñadas al finalizar la temporada de partos? ¿Se logró destetar un ternero? son preguntas clave que permiten determinar con mayor precisión en qué momento ocurrieron las pérdidas reproductivas (Cantón et al., 2022a). Establecer estos parámetros resulta esencial, ya que la eficiencia productiva de los sistemas ganaderos está determinada principalmente por las tasas reproductivas del rodeo, la supervivencia de los terneros nacidos y sus pesos de destete (du Plessis et al., 2006; Cantón et al., 2022b; Moore et al., 2021).

En este trabajo se resumen las principales problemáticas sanitarias registradas en sistemas de cría bovina por el SDVE del INTA Balcarce, a partir de un análisis retrospectivo de la casuística de los últimos 50 años, caracterizando las pérdidas reproductivas y las causas sanitarias que afectan a terneros, vientres y toros.

Pérdidas reproductivas:

Las pérdidas reproductivas en los sistemas de cría bovina pueden ocurrir en diferentes momentos del ciclo productivo. La subfertilidad se define como una capacidad reducida para concebir que a menudo se traduce en retrasos en la concepción y genera pérdidas económicas significativas. Entre las principales causas se incluyen deficiencias nutricionales, estrés térmico y la ocurrencia de enfermedades infecciosas.

En el INTA Cuenca del Salado se realiza desde hace casi 20 años el monitoreo sistemático de la preñez en establecimientos dedicados a la cría bovina, a partir de información recopilada por veterinarios de la actividad privada en 21 partidos. En el año 2025 se registró información de diagnóstico de preñez de más de 250.000 vacas, representando el 9,5% del total de las vacas de la zona (Plorutti et al., 2025). En el gráfico 1 se presenta la evolución del porcentaje de preñez durante los últimos ocho años, observándose un incremento de 1,4 puntos porcentuales respecto al año 2024 y 1,6 puntos con respecto al promedio de la serie (86,7%) (Plorutti et al., 2025). Estos resultados sugieren una reducción progresiva en el porcentaje de vacas que no logran preñarse, atribuible principalmente a factores ambientales, entre los que se destaca la subnutrición, con el consecuente impacto negativo del pobre estado corporal sobre la fertilidad.

Entre las causas infecciosas de subfertilidad y de pérdidas fetales tempranas, las enfermedades de transmisión sexual, campilobacteriosis genital bovina y tricomonosis, son endémicas y de alto impacto en Argentina, particularmente en sistemas de cría extensiva, donde el servicio natural continúa siendo la principal estrategia reproductiva. Estudios de relevamiento realizados por la Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorio de Diagnóstico (AAVLD) entre 2024 y 2025, que analizaron

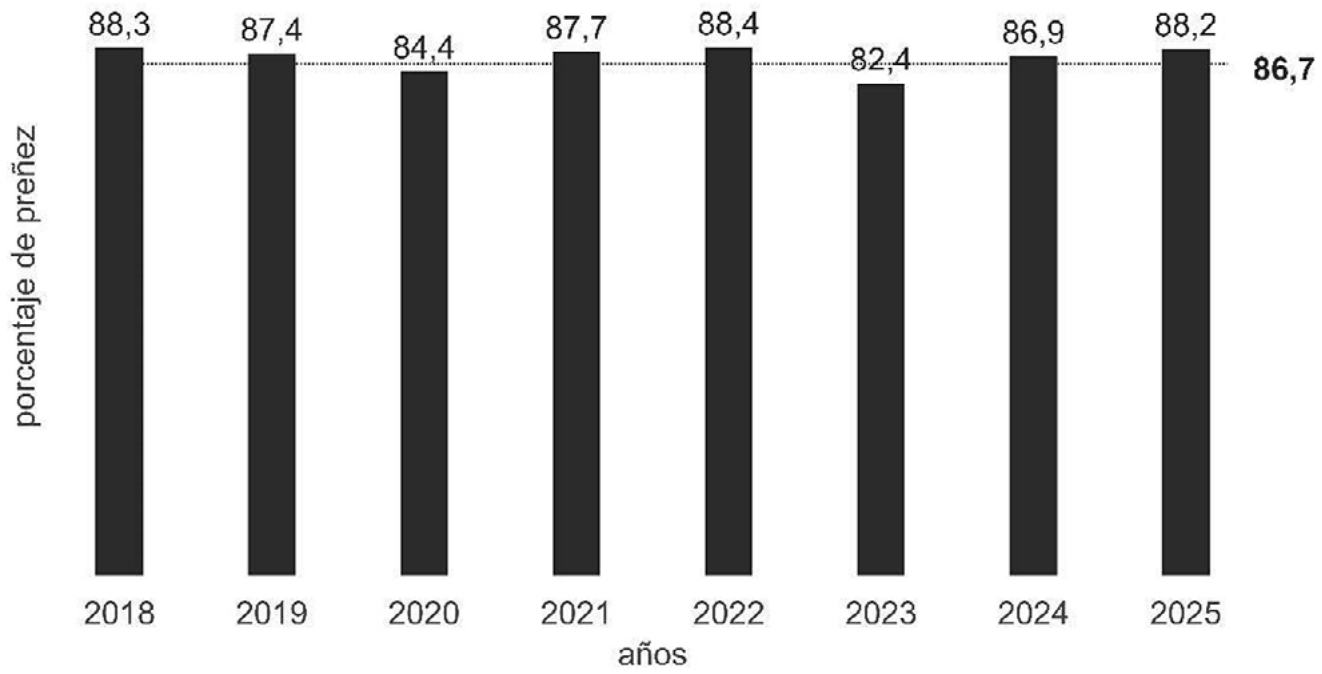


Gráfico 1. Evolución del porcentaje de preñez en establecimientos de cría bovina de la Cuenca del Salado, Argentina (2018-2025) (adaptado de Plorutti et al., 2025).

aproximadamente 196.000 muestras de esmegma prepucial bovino, informaron tasas de positividad individual cercanas al 1% para ambos agentes y prevalencia a nivel de establecimientos de entre 6 a 9% para tricomonosis y campilobacteriosis, respectivamente (AAVLD, 2026). De manera similar, algunas enfermedades virales presentan una alta endemicidad en Argentina, aun cuando existe evidencia limitada sobre su impacto específico en la concepción y en los primeros estadios de la gestación a nivel regional. Las infecciones con el virus de la Diarrea Viral Bovina (VDVB) y por el alfaherpesvirus bovino (BoAHV) son frecuentes en la región, con seroprevalencias que oscilan entre 37% a 100% (Bellido et al., 2024; Odeón et al., 2001). Estos estudios ponen de manifiesto la alta circulación de estos agentes y su potencial impacto sobre las etapas tempranas del ciclo reproductivo.

Mas allá de las causas infecciosas, en los últimos años se han podido establecer asociaciones entre el estrés ambiental y la fertilidad. En aquellos establecimientos donde no se logran preñeces tempranas cuando las condiciones ambientales son favorables, resulta poco probable compensar dichas avanzada la temporada reproductiva, coincidiendo con situaciones climáticas que pueden tener un efecto negativo sobre la concepción y la ocurrencia de mortalidad embrionaria temprana (Wolfenson & Roth, 2018).

Posteriormente, aun cuando se logran buenos porcentajes de gestación, pueden registrarse mermas significativas asociadas a la ocurrencia de abortos y mortalidad perinatal, siendo en la mayoría de los casos provocadas por enfermedades infecciosas. Sin embargo, la confirmación etiológica de estas pérdidas reproductivas resulta particularmente dificultosa, alcanzándose el diagnóstico en menos del 50% de los casos al analizar fetos bovinos abortados (Anderson et al., 1990; Campero et al., 2003; Cantón et al., 2022b; Morrell et al., 2019, Fiorentino et al., 2024).

Estudios previos realizados por nuestro grupo de trabajo han documentado que, en la región central de Argentina, la eficiencia del diagnóstico etiológico del aborto bovino varió entre 41,4% y 52,0% (Campero et al., 2003; Cantón et al., 2022b; Morrell et al., 2019). Asimismo, se han identificado variaciones temporales y espaciales en la frecuencia de detección de los principales agentes infecciosos involucrados como causales de abortos bovinos de la región (Tabla 1).

Las enfermedades bacterianas más frecuentemente detectadas en fetos bovinos abortados en campos de cría son campilobacteriosis, brucelosis y leptospirosis (Cantón et al., 2022a). La campilobacteriosis, además de las pérdidas reproductivas tempranas, se destaca como una de las principales causas de abortos en sistemas de producción de carne de la región (Cantón et al., 2022a), donde el servicio natural con toros infectados favorece la persistencia de la enfermedad en el rodeo.

La brucelosis es una enfermedad zoonótica endémica en numerosos países del mundo y en Argentina (Qureshi et al., 2023), aunque debido a los programas de control implementados desde hace varios años, se ha logrado disminuir su seroprevalencia (SENASA, 2014) y la expresión clínica de la enfermedad, observándose una tendencia decreciente en su frecuencia (Cantón et al., 2022a). Sin embargo, en el historial del SDVE continúa representando el 5,8% de los fetos bovinos analizados.

Otra enfermedad bacteriana asociada a abortos que frecuentemente se diagnostica es leptospirosis, causada por distintas especies de *Leptospira* spp., que actualmente representa el 4,8% de los abortos analizados en campos de cría (Cantón et al., 2022a).

Las enfermedades virales provocadas por VDVB y BoAHV, previamente mencionadas como potenciales causas frecuentes de pérdidas tempranas, también son diagnosticadas como causas frecuentes de abortos y mortalidad perinatal en el INTA Balcarce (Spetter et al.,

Tabla 1: Agentes etiológicos detectados en fetos bovinos abortados en sistemas de producción de carne bovina de la provincia de Buenos Aires, analizados en el SDVE del INTA Balcarce (reproducido de Cantón *et al*., 2022b).

Causas	n	%
Causas determinadas	**397**	**41,8**
Agentes infecciosos	**327**	**34,5**
Bacterianos	**221**	**23,3**
Campylobater fetus	99	10,4
Brucella abortus	55	5,8
Leptospira spp.	46	4,8
Otras bacterias	21	2,2
Virales	27	2,8
Virus de la Diarrea Viral Bovina	22	2,3
Alfaherpesvirus bovino	5	0,5
Hongos	4	0,4
Aspergillus fumigatus	3	0,3
Penicillium spp	1	0,1
Protozoos	71	7,5
Neospora caninum	66	7,0
Tritrichomonas foetus	5	0,5
Co-infecciones	4	0,4
Agentes no infecciosos	**70**	**7,3**
Defectos congénitos	21	2,2
Distocias	38	4,0
Momificaciones	3	0,3
Sorgo	7	7,3
Stenocarpella maydis	1	0,1
Causas no determinadas	**552**	**58,2**
Con lesiones histológicas	375	39,5
Sin lesiones histológicas	177	18,7
TOTAL	**949**	**100,0**

2020). Sin embargo, es probable que el impacto real de estas enfermedades virales como causas de abortos se encuentre subdiagnosticado, dada la elevada endemicidad que presentan en los rodeos de la región (Bellido et al., 2024; Odeón et al., 2001).

La neosporosis se considera actualmente una de las principales causas de aborto bovino a nivel mundial (Hecker et al., 2023). En la casuística del INTA Balcarce, se pudo establecer que *Neospora caninum* fue responsable del 7% de los abortos en fetos provenientes de sistemas de producción de carne (Cantón et al., 2022a). Asimismo, se evidenció un aumento en la frecuencia de detección de esta etiología, observándose una tendencia temporal que indica una mayor ocurrencia de abortos por neosporosis en la actualidad en comparación con hace dos décadas (Cantón et al., 2022a).

Más allá de las causas infecciosas, también se registran con frecuencia abortos asociados a causas no infecciosas, como la ocurrencia de malformaciones congénitas, sin un diagnóstico preciso. Del mismo modo, continúan siendo relevantes las distocias, habitualmente vinculadas a factores de manejo o a deficiencias de macrominerales en los vientres (Sosa et al., 2025a). Finalmente, en los últimos años se han documentado pérdidas perinatales asociadas a diplodiosis congénita (Odriozola et al. 2019).

Problemas sanitarios en terneros desde el nacimiento al destete

Si la gestación llega a término, los terneros logrados deberían llegar en buenas condiciones al momento del destete, que habitualmente se realiza entre los 6 a 8 meses de edad en sistemas de producción de carne de la región central de Argentina.

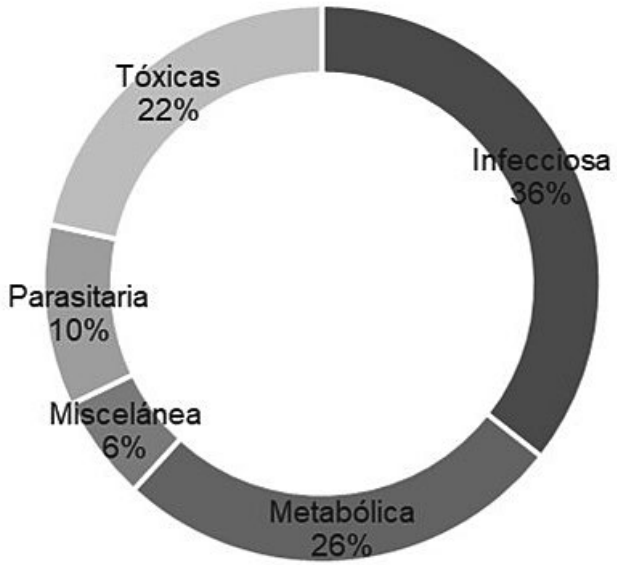


Gráfico 2. Principales etiologías diagnosticadas en la casuística del Servicio de Diagnóstico Veterinario Especializado del INTA Balcarce, entre 1997 y 2025.

Al analizar la casuística del SDVE del INTA Balcarce entre el año 1997 y 2025, sobre un total de 22.240 registros, fue posible establecer la frecuencia de presentación de los diferentes problemas sanitarios, sin discriminar por sistema productivo ni categoría animal. En este análisis, las problemáticas más frecuentes correspondieron, en orden decreciente, a enfermedades de origen infeccioso, metabólico, tóxico, parasitario y misceláneo (Gráfico 2).

Dentro de esta casuística, las principales problemáticas de origen infeccioso detectadas en terneros corresponden a cuadros de diarrea o septicemias neonatales durante las primeras semanas de vida. Si bien estos cuadros no son tan frecuentes en sistemas extensivos de producción de carne como en otros planteos más intensivos (producción lechera), si se dan condiciones ambientales o de manejo desfavorables, pueden llegar a presentarse con mayor frecuencia. En manejos más intensivos de lo habitual durante la temporada de parición, pueden generarse condiciones que dificultan el normal calostrado de los terneros, incrementando así la predisposición a este tipo de cuadros. Asimismo, si se manejan cargas instantáneas altas, y se dan condiciones ambientales desfavorables, suelen registrarse brotes importantes con la participación de los agentes etiológicos habituales. En un análisis retrospectivo de los casos de diarrea neonatal (hasta los 20 días de vida) entre el año 2001 y 2023, se constató que los agentes más frecuentemente detectados fueron *Escherichia coli* (61,9%), *Cryptosporidium* spp. (43,6%), rotavirus (30,6%), *Salmonella* spp. (14,4%), coronavirus (2,1%) y *Eimeria* spp. (1,4%). Resultó llamativa la elevada frecuencia de detección de *Cryptosporidium* spp., tanto en sistemas de producción de leche (69,4%) como de carne (26,5%) (Vilatuña et al., 2024).

Otras patologías infecciosas frecuentemente diagnosticadas en terneros al pie de la madre son los cuadros de miositis clostridial ("mancha"). Si bien las vacunas para prevenir estos cuadros suelen aplicarse correctamente, ante fallas en la inmunización pueden ocurrir brotes antes que los terneros reciban sus primeras dosis. En algunos casos, se ha podido establecer que el desafío ambiental fue tan elevado, que la protección conferida por las vacunas no fue suficiente.

La leptospirosis en terneros al pie de la madre, en sistemas de cría bovina, es una presentación frecuente en la casuística del SDVE del INTA Balcarce. En un análisis retrospectivo entre los años 2000 y 2017, se registraron

21 brotes en sistemas de producción de carne, con una marcada estacionalidad invernal y afectando principalmente terneros al pie de la madre. La edad promedio (± desvío estándar) de los terneros afectados era de 4,6 ± 4,0 meses, Con una mortalidad promedio del 2,38% (Cantón et al., 2017).

La queratoconjuntivitis infecciosa bovina también es una enfermedad frecuentemente diagnosticada en terneros al pie de la madre en sistemas de producción de carne de la región central de Argentina. Se trata de una enfermedad altamente contagiosa que causa problemas graves en el manejo, además de pérdidas productivas asociadas. Una consulta frecuente al SDVE del INTA Balcarce está relacionada con la limitada eficacia de las vacunas disponibles para su control, razón por la cual históricamente se recurrió al aislamiento de los agentes bacterianos involucrados para la elaboración de autovacunas.

En terneros al pie de la madre, los brotes de enfermedad respiratoria son infrecuentes. Si bien hay algunos registros en la casuística del SDVE del INTA Balcarce, estas presentaciones son mucho más frecuentes en el período post destete, por lo que serán abordados en la presentación sobre "Principales enfermedades diagnosticadas en sistemas de invernada y engorde a corral en la región central de Argentina por el SDVE-INTA Balcarce".

Cuadros clínicos asociados a infecciones con el VDVB en terneros al pie de la madre han sido frecuentes en la casuística del SDVE del INTA Balcarce. Al analizar retrospectivamente la base de datos de los últimos 30 años (1995-2024), se registraron 50 brotes, los cuales fueron incluidos en una revisión reciente (Sosa et al., 2025b). Estos brotes de enfermedad postnatal asociada al VDVB ocurrieron casi con exclusividad en rodeos para carne (49/50), siendo más frecuentes en terneros al pie de la madre, antes del destete (81,6% de los brotes). Del total de brotes analizados, el 34% fueron clasificados como infecciones agudas (donde se aisló una cepa no citopática del virus), mientras que en 52% correspondieron a cuadros de "enfermedad de las mucosas" (donde se aisló una cepa citopática) (Sosa et al., 2025b). Estos resultados son de gran relevancia epidemiológica, ya que implicaría que están naciendo frecuentemente terneros infectados *in utero,* que luego desarrollan el cuadro de "enfermedad de las mucosas". Este hallazgo respalda la idea de que las pérdidas reproductivas asociadas a la infección con VDVB podrían ser más frecuente de lo estimado y, en consecuencia, estarían subdiagnosticadas.

La enfermedad metabólica que más frecuentemente se detecta en terneros al pie de la madre, es asociada a la deficiencia de cobre. La hipocuprosis constituye una de las principales enfermedades carenciales de Argentina, independiente del sistema de producción ganadera y/o categoría animal. Si bien hay registros de hipocuprosis de diferente origen a lo largo y ancho del país, estas deficiencias pueden ser primarias, cuando el aporte de Cu dietario es insuficiente, o secundarias, cuando, a pesar de un aporte adecuado, existen antagonistas dietarios, tanto en el alimento como en el agua de bebida. Entre estos antagonistas, los más frecuentes son el molibdeno, el azufre y el hierro. Además de las manifestaciones clínicas habituales de esta deficiencia (como acromotriquia, diarreas y baja performance productiva), se han reportado casos de deficiencia extrema en los que se registraron fracturas espontáneas (Plaza et al., 2026). Mas allá de estos casos extremos, el impacto productivo de la hipocuprosis probablemente sea causal de grandes pérdidas económicas en los sistemas de producción de carne de la región central de Argentina.

Otra enfermedad carencial que se detecta con frecuencia en terneros al pie de la madre, pero que suele pasar clínicamente desapercibida, a pesar de sus efectos productivos severos, es la deficiencia de selenio (Se). Se han reportado frecuentemente casos de "enfermedad de músculo blanco", la expresión clínica característica de esta deficiencia (Rodríguez et al., 2018), así como cuadros recientes de mortalidad perinatal asociados a deficiencia congénita de Se en rodeos de producción de carne de la región central de Argentina (Plaza et al., en prensa).

La patología parasitaria diagnosticada con mayor frecuencia en terneros al pie de la madre es la coccidiosis. En un análisis retrospectivo de la casuística del SDVE del INTA Balcarce, se evaluaron 63 brotes de esta enfermedad. La mayoría de estos brotes ocurrieron en sistemas de cría bovina (66,6% de los brotes), afectando principalmente terneros de 1 a 4 meses de edad (16,1%) y, con mayor frecuencia, de 5 a 8 meses (55,3%), coincidiendo con el período de destete. En estos brotes la morbilidad promedio fue del 5% y la letalidad alcanzó el 33,4% (Vilatuña et al., 2026).

En contraste, las parasitosis asociadas a nematodes gastrointestinales no son diagnosticadas con frecuencia en esta categoría etaria, siempre que el manejo nutricional de las madres sea adecuado.

Si bien las enfermedades tóxicas son frecuentes en la casuística del SDVE del INTA Balcarce, no son tan comunes en terneros al pie de la madre, ya que, por sus características, no suelen consumir forraje voluntariamente en forma significativa. Sin embargo, a medida que crecen al

pie de la madre, y comienzan a consumir forraje, pueden ocurrir intoxicaciones cuando estos se exponen a plantas potencialmente tóxicas. Asimismo, se han registrado episodios de intoxicación iatrogénica, vinculado al uso de soluciones inyectables de Cu, o de ciertos antiparasitarios, generando cuadros de mortandad. Esta casuística será evaluada con mayor detalle en la sección "Principales enfermedades diagnosticadas en sistemas de invernada y engorde a corral en la región central de Argentina diagnosticadas por el SDVE-INTA Balcarce".

Problemas sanitarios en vacas y toros:

Luego de analizar la casuística del SDVE del INTA Balcarce entre el año 1997 y 2025 se pudo establecer que las principales enfermedades que afectan a los bovinos adultos en los sistemas de producción de carne, excluyendo las enfermedades reproductivas, corresponden a patologías de origen metabólico, infeccioso, tóxico y parasitario (Gráfico 2).

Una de las principales problemáticas sanitarias en bovinos adultos en sistemas pastoriles extensivos de la región central de Argentina es la hipomagnesemia. En la casuística analizada, esta entidad fue la más frecuentemente diagnosticada en bovinos adultos: 289 sobre un total de 22.240 registros. En 2022 se realizó un análisis retrospectivo de 20 años (1998-2017) de registro de hipomagnesemia bovina en el SDVE del INTA Balcarce (Cantón et al., 2022c), que incluyó 232 brotes de enfermedad clínica. En dichos brotes se vieron afectados 54.103 bovinos registrándose una mortandad del 3,3% (rango 0 a 28,33%). Se observaron diferencias interanuales evidentes, posiblemente asociadas a características climáticas puntuales. Casi el 80% de los brotes de hipomagnesemia ocurrió durante el invierno y primavera (junio a octubre), con picos en agosto, confirmando un patrón estacional, anual y cíclico. Las vacas multíparas fueron las más comúnmente afectadas (83,2% de los brotes) y presentaron una mayor mortalidad en comparación con otras categorías. Los animales afectados se encontraban, en general, en muy buena condición corporal, en comparación con aquellos en buena o regular condición corporal. La mayoría de las vacas afectadas estaban paridas (76,4%), seguida de vacas preñadas (20,8%) y "vacías" (2,8%). Los animales consumían principalmente pasturas perennes implantadas (33,2%), pastizales naturales (20,3%) o verdeos (forrajes anuales) (7,3%). El análisis de los forrajes consumidos permitió establecer que en el 69,9% de las muestras la hipomagnesemia fue primaria (deficiencia primaria de Mg), mientras que en el 24,1% se consideró de origen múltiple (deficiencia de Mg en el forraje, y exceso de antagonistas como potasio, principalmente). En un menor número de forrajes (6%) la hipomagnesemia fue clasificada como secundaria (Cantón et al., 2022c).

La hipocuprosis es otra enfermedad carencial frecuentemente diagnosticada en campos de cría de la región central de Argentina, como ya fue mencionado en la sección dedicada a los terneros al pie de la madre. En los animales adultos, esta deficiencia suele pasar clínicamente desapercibida, aunque podría asociarse a pérdidas subclínicas, con efecto directo sobre la inmunidad, la reproducción, y otros procesos fisiológicos. Estudios previos han demostrado el impacto positivo de la suplementación con microminerales sobre la producción hormonal, el mantenimiento de la gestación y la inmunidad en los tejidos reproductivos (Wang et al., 2026). En un trabajo reciente de nuestro grupo de trabajo se observaron diferencias significativas en la concentración de Cu en el tejido hepático de fetos bovinos abortados por causas infecciosas, respecto a aquellos controles, quedando pendiente establecer asociaciones causales y su relevancia fisiopatológica (Marrón et al., 2024).

La neumonía intersticial aguda (también conocida como neumonía intersticial atípica, *fog fever* o edema y enfisema pulmonar agudo), es una enfermedad metabólica/tóxica, asociada al consumo de forrajes con elevada concentración de triptófano. En la casuística del SDVE del INTA Balcarce, es frecuentemente diagnosticada (42 registros entre 1997 y 2026), con una presentación primavera-estival. Si bien en la bibliografía describe su aparición asociada a cambios bruscos en la calidad de forraje consumido (Ayroud et al., 2000), en la región central de Argentina, habitualmente no suelen detectarse estos cambios, razón por lo cual hasta la fecha no se ha podido determinar la fisiopatología de este trastorno.

Asimismo, las enfermedades infecciosas, de origen bacteriano suelen estar implicadas en problemas sanitarios en bovinos adultos en los sistemas de producción de carne de la región central de Argentina. Entre ellas, la paratuberculosis es una enfermedad frecuentemente diagnosticada (52 registros entre 1997 y 2026). Esta se caracteriza por una enteritis crónica, que puede conducir a la muerte luego de un curso lento. Usualmente los terneros se contagian vía fecal-oral de su madre infectada, vía lactógena, y también se ha corroborado la posibilidad de transmisión transplacentaria. La seroprevalencia de la paratuberculosis varía entre 7,2 y 19,6% en rodeos de cría de la provincia de Buenos Aires (Paolicchi, 2004). Más allá de esta seroprevalencia, la enfermedad clínica en muchos casos no llega a manifestarse, dadas las características de la enfermedad.

La hemoglobinuria bacilar también fue frecuentemente reportada en bovinos de la región central de Argentina (43 registros en la casuística del SDVE del INTA Balcarce, entre 1997 y 2026). Un estudio retrospectivo publicado en 2018, incluyó brotes registrados en la casuística del SDVE y de veterinarios de la actividad privada en el marco del Programa de Interacción Profesional (Micheloud et al., 2018). Se pudo detectar una marcada estacionalidad de estos episodios, con una mayor frecuencia en el periodo comprendido entre mayo y agosto. También es una enfermedad que presenta ciertos agrupamientos geográficos, habiendo zonas de la provincia donde se presenta con mayor frecuencia que en otras. Todos los brotes se presentaron en rodeos de cría en sistemas pastoriles, afectando principalmente vacas multíparas (95,0%) y eventualmente toros (1,6%). El 88,2% de los casos se presentó en hembras con gestación avanzada y solo en el 15,9% de los casos se corroboró infestación por *Fasciola hepatica*, factor que habitualmente se considera predisponente frecuente para esta enfermedad (Navarro et al., 2017). Por otro lado, en el 47,9% de los brotes, los bovinos habían sido vacunados previamente, lo que demostraría una protección parcial de estos inmunógenos comerciales.

El carbunclo es una enfermedad que sigue presentándose en la región central de Argentina, teniendo 39 registros en la casuística registrada en el SDVE entre 1997 y 2026. Se realizó un estudio retrospectivo entre 2000 y 2019, incluyendo 24 brotes de carbunclo en campos de producción de carne, en su mayoría en sistemas pastoriles. Se detectó una clara estacionalidad, ya que la mayoría de los brotes ocurrieron en verano y principios de otoño (%). Los brotes afectaron a vaquillonas (*n* = 11), vacas (10), novillos (5), terneros (5) y toros (1). En 9 brotes los animales no habían recibido vacunas contra carbunclo previamente, mientras que, en otros 3 brotes, se mencionaba la aplicación de vacunas. La mortalidad promedio fue del 3,1% (rango 1,1-8,5%) (Urtizbiría et al., 2019).

Si bien existe un Plan Nacional de Control y Erradicación de la Tuberculosis Bovina en Argentina (Resolución SENASA 128/2012), este es solo obligatorio para sistemas de producción lechera y cabañas. Por esta razón, es poco frecuente la detección de individuos infectados con *Mycobacterium bovis* mediante tuberculinización en rodeos comerciales de cría bovina. Sin embargo, es una enfermedad que esporádicamente se detecta en la casuística del SDVE del INTA Balcarce en bovinos adultos de rodeo de cría, muchas veces de manera incidental al realizar necropsias. También es frecuente la detección en plantas de faena, por lo que seguramente sea una enfermedad desatendida, con el impacto que tiene dado sus características zoonóticas.

Si bien en el norte de Argentina la garrapata común del bovino (*Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*) es endémica, y por consiguiente la tristeza bovina (anaplasmosis y babesiosis) tiene el mismo carácter epidemiológico, la región central de Argentina no tiene las características ecológicas necesarias para su establecimiento. Sin embargo, la anaplasmosis se ha reportado esporádicamente en la provincia de Buenos Aires (Cora Ibarra et al., 2021). Al analizar la base de datos del SDVE al día de la fecha, se han registrado 27 brotes de anaplasmosis entre 1997 y 2026. En 2023 analizamos retrospectivamente los casos registrados entre 2005 y 2023, incluyendo 12 brotes de anaplasmosis, presentando una clara estacionalidad, con mayor frecuencia de casos en los primeros seis meses del año. Afectó a bovinos adultos, principalmente en campos de cría bovina, y en la mayoría de estos brotes no fue posible establecer el ingreso de animales posiblemente infectados de zonas endémicas de la enfermedad. Razón por la cual muchas veces queda indeterminado cual pudo ser la fuente de infección en estos brotes (Lázaro et al., 2023). Posteriormente pudimos detectar en campos donde unos años previos hubo registros de enfermedad clínica, la presencia de animales reservorios, lo que seguramente puedan actuar como fuente de infección para nuevos brotes en la zona (Pérez et al., 2025).

Las patologías tóxicas que más frecuentemente se registran en la casuística del SDVE del INTA Balcarce, se asocian al consumo de plantas tóxicas, micotoxicosis o intoxicaciones iatrogénicas (García et al., 2017). Entre las plantas tóxicas que particularmente afectan los sistemas de cría bovina, el consumo de *Solanum glaucophyllum* ("duraznillo blanco") provoca el cuadro conocido como calcinosis enzoótica ("enteque seco") generando cuantiosas pérdidas productivas en la región. En 2025 se analizó retrospectivamente la casuística del SDVE del INTA Balcarce, incluyendo 23 brotes de calcinosis enzoótica entre 1990 y 2024, en sistemas de producción de carne (Sosa et al., 2025c). Si bien la enfermedad clínica asociada se registra a lo largo de todo el año se reporta cierta estacionalidad, ocurriendo la mayoría de los brotes en el verano y otoño. La mayoría de los brotes ocurrieron en sistemas de cría bovina (78,2%) consumiendo pastizales naturales con abundante presencia de *S. glaucophyllum*. Se vieron más frecuentemente afectadas vacas multíparas (47,8%) y toros (17,4%). La morbilidad promedio fue del 13,7% (1,5% a 32,4%) y la mortalidad del 4,2% (1,3 a 10,7%) (Sosa et al., 2025c). Mas allá de estos efectos clínicos

evidentes, recientemente se ha evaluado el potencial impacto de la calcinosis enzóotica sobre el potencial reproductivo de estos rodeos afectados (García et al., 2025). Esta patología sigue siendo una problemática frecuente en la región dada la endemicidad del duraznillo blanco en los ambientes utilizados frecuentemente para la cría bovina.

Otras intoxicaciones frecuentes en la casuística del SDVE del INTA Balcarce, afectando a rodeos de cría bovina en la región central de Argentina, están dadas por el consumo de especies vegetales con capacidad hepatotóxica (García et al., 2017). Entre ellas, las más frecuentemente detectadas son asociadas al consumo de hepatotóxicos agudos, con mayor frecuencia por *Pascalia glauca* ("sunchillo", "yuyo sapo"), *Cestrum parqui* ("duraznillo negro") y *Xanthium cavanillesii* ("abrojo grande"). Estas intoxicaciones son frecuentes, de ocurrencia esporádica, aunque ocasionando grandes mortandades cuando se dan las condiciones predisponentes. *P. glauca* en particular es una especie de amplia distribución geográfica en la región, en cambio, *C. parqui* suele estar más regionalizada, con frecuente presencia en ciertos ambientes (García et al., 2017). Los cuadros clínicos asociados al consumo de hepatotóxicos crónicos, en particular por plantas que contienen alcaloides pirrolizidínicos presentes en diferentes especies de *Senecio,* son menos frecuentes en la casuística del SDVE del INTA Balcarce. Existen diferentes especies de *Senecio* asociadas a estos cuadros, y recientemente se pudo detectar un nuevo cuadro de intoxicación en bovinos de la provincia de Buenos Aires, por el consumo de *S. pampeanus* (Ovelar et al., 2025).

El consumo de *Phalaris angusta* está frecuentemente asociado a cuadros de intoxicación, con un nicho geográfico particular, afectando a bovinos en pastoreo de la región central de la provincia de Buenos Aires (García et al., 2017). Se diagnostican con frecuencia los cuadros clínicos neurológicos asociados a su consumo, con un curso clínico variable, pero con un pronóstico generalmente desfavorable (Cantón et al., 2010).

El consumo de *Vicia villosa* es una alternativa forrajera frecuentemente utilizada en el oeste de la provincia de Buenos Aires. Sin embargo, ante ciertas circunstancias, aún desconocidas, su consumo puede provocar cuadros de intoxicación. Los primeros reportes en la región son de la década del 90 (Odriozola et al., 1991), y posteriormente se ha diagnosticado con mayor frecuencia, posiblemente por el uso frecuente de esta leguminosa en los últimos años (Urtizbiría et al., 2021).

Entre las micotoxicosis, una de las más frecuentemente diagnosticada en sistemas de cría bovina de la región central de Argentina es la intoxicación con ergoalcaloides, ya sea por el consumo de pastizales de festuca alta (*Lolium arundinaceum*) contaminada con el hongo endófito *Epichloë coenophiala* o por pastoreo de diferentes gramíneas semilladas con presencia de *Claviceps purpurea.* Si bien ambas presentaciones (festucosis y ergotismo) son frecuentes, en sistemas de producción de carne, la festucosis representa una de las principales limitantes productivas en la región. Sobre las 160 muestras de festuca recibidas para analizar en el SDVE del INTA Balcarce, se pudieron detectar infecciones altas con endófito en el 43% de las muestras (Poo et al., 2016). Asociado al consumo de ergoalcaloides, la principal presentación clínica reportada en el SDVE del INTA Balcarce es el síndrome distérmico, producto de la afección en la capacidad termorreguladora del bovino, generando un cuadro de estrés térmico. Se analizó retrospectivamente estos brotes entre 1998 y 2017. De los 46 brotes de síndrome distérmico, la mitad estuvieron asociados a festucosis, mientras que en los restantes se asoció a ergotismo (39,1%) y 11% a intoxicaciones mixtas (festucosis y ergotismo). La morbilidad media de los episodios de festucosis fue del 46% llegando la mortalidad al 5%. La mayoría de los brotes ocurrieron entre diciembre y marzo y se vieron afectados en su mayoría rodeos de cría (54%), afectando principalmente a vacas multíparas (52%). Si bien en su mayoría se registraron signos de síndrome distérmico (78,3%) en otros casos también hubo indicios de infertilidad (6,5%) de vacas en servicio estacionado (Rivera et al., 2017). El síndrome distérmico se encuentra condicionado por factores estrechamente relacionados al sistema productivo y en la región pampeana, las vacas en sistemas pastoriles con abundante presencia de festucas tóxicas, expuestos a elevadas temperaturas, resultan los más susceptibles a padecer esta presentación.

Otra micotoxicosis emergente, diagnosticada desde hace unos años en la región central de Argentina, es la asociada al pastoreo de maíces contaminados con el hongo *Stenocarpella maydis* provocando un cuadro neurológico conocido como diplodiosis. Se diagnosticó por primera vez en Argentina en el año 2003 por Odriozola et al. (2005) y después fue frecuentemente diagnosticado en sistemas consumiendo rastrojos de maíz o maíces diferidos contaminados (Llada et al., 2017). También se han reportado cuadros clínicos congénitos ya mencionados en la sección sobre pérdidas reproductivas (Odriozola et al., 2019).

5 – CONCLUSIONES

En este trabajo se resumen las principales problemáticas sanitarias registradas en la región central de Argentina a partir de la casuística del SDVE del INTA Balcarce. La información presentada podría presentar un sesgo inherente a su origen, dado que se basa en los casos remitidos por veterinarios de la actividad privada con el objetivo de arribar a un diagnóstico etiológico. En este contexto, otras enfermedades de elevada frecuencia podrían no estar adecuadamente representadas en la casuística analizada. Un ejemplo de esto es la situación actual que ocurre en la región respecto a una ectoparasitosis reemergente como la sarna bovina. Esta parasitosis es frecuentemente diagnosticada por los colegas y se instaura un tratamiento antiparasitario, sin llegar al registro en nuestra casuística. Sin embargo, refleja la realidad sanitaria de una de las principales áreas de producción de carne bovina de la Argentina.

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ayroud, M., Popp, J., VanderKop, M., Yost, G., Haines, D., Majak, W., Karren, D., Yanke, L., & McAllister, T. (2000) Characterization of acute interstitial pneumonia in cattle in southern Alberta feedyards. Canadian Veterinary Journal 41(7):547-554.

Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorio de Diagnóstico (AAVLD). (2026). Resultados de encuesta a laboratorios de diagnóstico veterinario. Comisión de Enfermedades Venéreas y Protozoarios Reproductivos.

Bellido, D., Wenz, D., Schang, M., Bermúdez, P., Mangioni, P., Niella, G., Harguindeguy, S., Lobosco, B., Dorronsoro, M., Copa, N., et al. (2024). Estudio de la circulación del virus DVB en rodeos en Argentina. I Jornadas Internacionales de Epidemiología Veterinaria, Buenos Aires, Argentina.

Cantón, G., Moreno, F., Fiorentino, A., Monterrubianessi, G., Hecker, Y., Spetter, M., Fiorani, F., García, J., González Altamiranda, E., Cirone, K., Louge Uriarte, L., Verna, A., Malena, R., Morsella, M., Paolicchi, F., Morrell, E., & Moore, D.P. (2022a). Spatial-temporal trends and economic losses associated with bovine abortifacients in central Argentina. Tropical Animal Health and Production 54(4):242.

Cantón, G., Louge Uriarte, E., & Moore, D.P. (2022b). Editorial: Diseases Affecting Reproduction and the Neonatal Period in Ruminants Volume II. Frontiers in Veterinary Science 9:1025209.

Cantón, G., Cheuquepán, F., Acuña, J., Llada, I., Morrell, E., & Odriozola, E. (2017). Leptospirosis bovina: casuística de mortandad de terneros diagnosticada en el INTA Balcarce (2000-2017). XXII Reunión Científico Técnica de la Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorio de Diagnóstico (AAVLD). Rio Cuarto, Argentina.

Cantón, G., Fernández, E., Poo, J., Späth, E., Odriozola, E., Monterubbianesi, G., & Moreno, F. (2022c). Hypomagnesemia in beef cattle from the central region of Argentina: retrospective study. Ciência Rural 52(4):e20210285.

Cantón, G., Campero, C., Villa, M., & Odriozola, E. (2010). Acute and chronic nervous signs in cattle associated with *Phalaris angusta* poisoning in Argentina. Pesquisa Veterinária Brasileira 30(1):63-66.

Cora Ibarra, J., Lloberas, M., Llada, I., Odriozola, E., & Cantón, G. (2021). Anaplasmosis bovina en provincia de Buenos Aires durante 2015. Revista RIA 47:98-103.

du Plessis, I., Hoffman, L., & Calitz, F. (2006). Influence of reproduction traits and pre-weaning growth rate on herd efficiency of different beef breed types in an arid sub-tropical environment. South African Journal of Animal Science 36(2).

García, J.A., Rodríguez, A., Scioli, V., Azaldegui, I., Tiberio, A., Pachiani, M., Vilatuña, E., Sosa, E., & Cantón, G. (2025). Potential reproductive impairment due to *Solanum glaucophyllum*-induced calcinosis in female ruminants. Veterinary Research Communications 49:284.

García, J.A., Cantón, G., García, B., Micheloud, J., Campero, C., Späth, E., & Odriozola, E. (2017). Retrospective analysis of bovine poisoning after plant and other compounds consumption in Argentina (2000-2013). Pesquisa Veterinaria Brasileira 37(3):210-214.

Hecker, Y., González-Ortega, S., Cano, S., Ortega-Mora, L., & Horcajo, P. (2023). Bovine infectious abortion: a systematic review and meta-analysis. Frontiers in Veterinary Science 10:1249410.

Lázaro, F., Sosa, E., Garcia, J., Odriozola, E., Morrell, E., Casamayouret, N., Recalt, V., Guillemi, E., Farber, M., & Cantón, G. (2023). Anaplasmosis bovina en la provincia de Buenos Aires: análisis retrospectivo. 46° Congreso Argentino de Producción Animal. Pergamino, Argentina.

Llada, I., Sicalo Gianechini, L., Álvarez, I., Cantón, G., & Odriozola, E. (2017). Estudio retrospectivo de casos de diplodiosis bovina registrados en INTA Balcarce entre 2003-2016. 1º Congreso Regional de Toxicología Veterinaria. Montevideo, Uruguay.

Marrón, Y., de Yaniz, G., Indart, M., Sosa, E., Miqueo, E., Rodríguez, P., Fernández, E., Morrell, E., García, J., Moore, D.P., & Cantón, G. (2024). Concentración de cobre y zinc en hígados fetales bovinos. XXIV Jornada Científico Técnica de la Asociación Argentina de Veteri-

narios de Laboratorios de Diagnóstico (AAVLD). Mar del Plata, Argentina.

Micheloud, J., Späth, E., García, J., Cantón, G., Moreira, A., & Odriozola, E. (2018). Estudio retrospectivo de casos de Hemoglobinuria Bacilar diagnosticados en bovinos de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Revista FAVE - Sección Ciencias Veterinarias17:30-35.

Moore, D.P., Cantón, G., & Louge Uriarte, E. (2021). Editorial: Infectious diseases affecting reproduction and the neonatal period in cattle. Frontiers in Veterinary Science 8:679007.

Navarro, M., Dutra, F., Briano, C., Romero, A., Persiani, M., Freedman, J., Morrell, E., Beingesser, J., & Uzal, F. (2017). Pathology of naturally occurring bacillary hemoglobinuria in cattle. Veterinary Pathology 54(3):457-466.

Odeón, A., Spath, E., Paloma, E., Leunda, M., Fernández Sainz, I., Perez, S., Kaiser, G., Draghi, M., Cetra, B., & Cano, A. (2001). Seroprevalencia de la Diarrea Viral Bovina, Herpesvirus Bovino y Virus Sincicial Respiratorio en Argentina. Revista de Medicina Veterinaria 82:216-221.

Odriozola, E., Armién, A., Cora Ibarra, J., Llada, I., Erreguerena, I., Hecker, Y., Odeón, A., Morrell, E., & Cantón, G. (2019). Spongy myelinopathy in newborn beef calves associated with consumption of corn infected with *Stenocarpella maydis*. Journal of Comparative Pathology 172:22-26.

Odriozola, E., Odeón, A., Cantón, G., Clemente, G., & Escande, A. (2005). *Diplodia maydis*: a cause of death of cattle in Argentina. New Zealand Veterinary Journal 53(2): 161-163.

Odriozola, E., Paloma, E., Lopez, T., & Campero, C. (1991). An outbreak of *Vicia villosa* (hairy vetch) poisoning in grazing Aberdeen Angus bulls in Argentina. Veterinary and Human Toxicology 33(3):278-280.

Ovelar, F., García, J., Cook, D., Gardner, D., Stegelmeier, B., Diez de Ulzurrun, P., Tettamanti, A., Balbuena, D., Vilatuña Lita, E., Poo, J., Scioli, V., & Cantón, G. (2025). *Senecio pampeanus* poisoning in beef cattle: case report and toxicological evaluation. Veterinary Research Communication 49:205.

Paolicchi, F (2004). Paratuberculosis: aspectos clínico-patológicos y su impacto en la producción (Parte 1). XXXII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay.

Pérez, A., Guillemi, E., Sarmiento, N., Cantón, G., & Farber. M. (2025). *Rhipicephalus microplus* and its impact on *Anaplasma marginale* multistrain infections in contrasting epidemiological contexts. Pathogens 14:160.

Plaza, F., Ambrosino, A., Balbuena, D., Tettamanti, A., Lauro, A,, Morrell, E., Poo, J., Scioli, V., & Cantón, G. (2026). LIII Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paisandú, Uruguay.

Plaza, F., Sosa, E., Ambrosino, A., Poo, J., Sainz-Rozas, H., Cantón, G., & García, J.A. (en prensa). Congenital musculoskeletal disease in calves associated with selenium deficiency: a case series from Argentina.

Plorutti, F., Andersen, M., Tiberio, A., Guzman, F., Ezcurdia, P., Eluchanz, Z., Cesa, A., Vagnoni, L., & Maresca, S. (2025). Situación de los rodeos de cría de la Cuenca del Salado. Informe de preñez 2025. https://repositorio.inta.gob.ar

Poo, J., Lobo, J., Cantón, G., Moreno, F., & Urtizbiria, F. (2020). Distribución de festuca alta infectada con el endófito *Epichloë coenophiala* en la Provincia de Buenos Aires. 43° Congreso Argentino de Produccion Animal. Virtual.

Qureshi, K., Parvez, A., Fahmy, N., Abdel Hady, B., Kumar, S., Ganguly, A., Atiya, A., Elhassan, G., Alfadly, S., Parkkila, S., & Aspatwar, A. (2023). Brucellosis: epidemiology, pathogenesis, diagnosis and treatment-a comprehensive review. Annals of Medicine 55(2):2295398.

Rivera, E., Dorsch, M., Cheuquepán, F., Artía, L., Cantón, G., & Odriozola, E. (2017). Análisis retrospectivo de brotes de síndrome distérmico en bovinos de la región pampeana (1998-2017). 1º Congreso Regional de Toxicología Veterinaria. Montevideo, Uruguay.

Rodriguez, A., Schild, C., Cantón, G., Riet-Correa, F., Armendano, J., Caffarena, D., Brambilla, E., García, J., Morrell, E., Poppenga, R., & Giannitti, F. (2018). White muscle disease in three selenium deficient beef and dairy calves in Argentina and Uruguay. Ciência Rural 48:05:e20170733.

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). 2014. Informe de muestreo para la determinación de prevalencias de brucelosis bovina en las zonas de mayor producción bovina de la República Argentina. https://biblioteca.senasa.gov.ar

Sosa, E., Miqueo, E., Mejía, M., Fernández, E., Fernández Tovo, E., Cruz, M., Campero, L., Moore, D.P., Morrell, E., & Cantón, G. (2025a). Dystocia and stillbirth in beef cattle with subclinical hypomagnesemia: a case study. Revista Veterinaria 36:1-9.

Sosa, E., Miqueo, E., Rustichelli Millán, G., Spetter, M., Louge Uriarte, E., Livio, J., Pachiani, M., García, J.A., Morrell, E., Yavorsky, M., Verna, A., González Altamiranda, E., & Cantón, G. (2025b). Retrospective analysis of 50 postnatal BVDV outbreaks in cattle from Central Argentina: clinical, pathological, and epidemiological insights. Viruses 17, 1359.

Sosa, E., Cantón, G., Urtizbiria, F., Morrell, E., Scioli, V., Odriozola, E., & García, J.A. (2025c). Enzootic calcinosis caused by *Solanum glaucophyllum* in cattle: retrospective analysis of 23 outbreaks in Central Argentina. Brazilian Journal of Veterinary Medicine 47:e005425.

Spetter, M., Louge Uriarte, E., Armendano, J., Morrell, E., Cantón, G., Verna, A., Dorsch, M., Pereyra, S., Odeón, A., Saliki, J., & González Altamiranda, E. (2020). Detection methods and characterization of bovine viral diarrhea virus in aborted fetuses and neonatal calves over a 22-year period. Brazilian Journal of Microbiology 51(4):2077-2086.

Urtizbiría, F., Lobo, J., Fiorentino, A., Paolicchi, F., Malena, R., Mendez, A., Llada, I., Odriozola, E., & Cantón, G. (2019). Carbunclo bovino: análisis retrospectivo de la casuística registrada por el INTA Balcarce en el periodo 2000-2019. 42° Congreso Argentino de Producción Animal. Bahía Blanca, Argentina.

Urtizbiria, F., Poo, J., Lobo, J., Orionte, S., & Cantón, G. (20219: Pastoreo de Vicia sp. en ganado bovino en Argentina: resultados de encuesta para detectar factores de riesgo de intoxicación. 44° Congreso Argentino de Producción Animal. Virtual.

Vilatuña, E., Louge Uriarte, E.L., Recalt, A.V., Fiorentino, M.A., Verna, A., & Cantón, G. (2024). *Cryptosporidium* spp. in outbreaks of bovine neonatal diarrhea registered at INTA Balcarce (2001-2023). VII International Meeting Apicowplexa in Farms Animals. La Plata, Argentina.

Vilatuña, E., Cantón, G., Ovelar, F., Morrell, E., Lloberas, M., & García, J. (2026). Bovine coccidiosis: Retrospective study in Central Argentina. Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports 67:101410.

Wang, B., Li, X., Zhou, Z., Zhu, Y., Zuo, Z., & Guo, H. (2026). The role of five key minerals (Cu, Se, Zn, Co, Fe) in reproductive function of female cattle: current insights and future directions. Veterinary Sciences 13, 208.

Wolfenson, D., & Roth. Z. (2018). Impact of heat stress on cow reproduction and fertility. Animal Frontiers 9(1):32-38.

PRINCIPALES ENFERMEDADES DIAGNOSTICADAS EN SISTEMAS DE INVERNADA Y ENGORDE A CORRAL EN LA REGIÓN CENTRAL DE ARGENTINA POR EL SVDE-INTA BALCARCE

Germán Cantón*, Emiliano Sosa, Juan Agustín García, Verónica Recalt, Eleonora Morrell.

Servicio de Diagnóstico Veterinario Especializado, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, RN 226 km. 73.5, 7620, Balcarce, Argentina. *canton.german@inta.gob.ar

1 – RESUMEN

Los sistemas de invernada y engorde a corral (*feedlot*) en Argentina son fundamentales en la producción de carne, enfocándose en la intensificación de la recría y/o terminación de los terneros recientemente destetados, para llegar con el peso deseable a la faena o, en el caso de las vaquillonas, lograr el peso óptimo para recibir su primer servicio. Para alcanzar estos objetivos se suelen emplear diferentes sistemas de alimentación, teniendo en cuenta el manejo de cada establecimiento ganadero. En el caso de una invernada pastoril se utilizan diferentes recursos forrajeros, con la inclusión opcional de otros alimentos y suplementos. Otra opción es el ingreso de los animales a los corrales de engorde, donde luego de un periodo de acostumbramiento reciben una dieta de alta energía, con la incorporación de maíz y otros alimentos, como principales componentes. Cada uno de estos sistemas tendrá características sanitarias diferenciales, que además estarán asociadas con la historia previa de los terneros al pie de la madre. En esta sección revisaremos las principales problemáticas sanitarias tanto en sistemas de recría y engorde pastoril, con o sin suplementación, así como en sistemas de engorde a corral, analizando los registros del Servicio de Diagnóstico Veterinario Especializado del INTA Balcarce.

2 – SUMMARY

Grazing and feedlot systems in Argentina are fundamental to beef production, focusing on intensification to raise and/or finish recently weaned calves for slaughter or, in the case of heifers, to the weight required for their first breeding. Different feeding systems are typically used, depending on the management practices of each farm. These systems may include pasture-based wintering using various forage resources, with or without the inclusion of other feeds and supplements. Another option is to move the animals to feedlots, where, after an acclimation period, they receive a high-energy diet, primarily consisting of corn and other feeds. Each of these systems will have distinct health characteristics, also dependent on the calves' previous health history while nursing. In this section we will review the main health problems in both pasture-based rearing and fattening systems, with or without supplementation, as well as in feedlot fattening systems, analyzing the records of the Specialized Veterinary Diagnostic Service of INTA Balcarce.

PALABRAS CLAVE: invernada pastoril, suplementación, *feedlot*, bovinos, nutrición, salud.

3 – INTRODUCCIÓN

La recría y engorde de los terneros son fundamentales para la producción ganadera, ya que maximizan la eficiencia en la transformación de forraje u otros alimentos en proteína de alta calidad nutricional para consumo humano. Asimismo, determinan la calidad final del producto acelerando los ciclos productivos. Estas etapas permiten un manejo eficiente del peso animal, mejoran los índices económicos de los productores y garantizan la seguridad alimentaria mundial al ofrecer productos de alto valor nutricional. Sin embargo, suelen ser sistemas mucho más tecnificados que los sistemas de cría bovina, requiriendo una constante supervisión constante de múltiples aspectos productivos y sanitarios. En este contexto, cobra especial importancia la sanidad previa de los terneros al pie de la madre, un manejo adecuado durante el destete, la correcta recepción de los animales y su acondicionamiento sanitario, mediante la inclusión de vacunas orientadas a prevenir las principales enfermedades en este periodo. El destete constituye un momento crítico en la vida del bovino, ya que representa uno de los periodos de mayor estrés que afecta a los animales en producción y como consecuencia, el estrés puede actuar como desencadenante de importantes problemáticas sanitarias en esta instancia, entre ellas la enfermedad respiratoria bovina. En esta sección se abordarán distintos problemas sanitarios que pueden presentarse durante la recría e invernada pastoril, con o sin suplementación nutricional, así como en los sistemas de engorde a corral (*feedlot*) de los bovinos, considerando la casuística registrada en los últimos años en establecimientos ganaderos de la región central de Argentina por el Servicio de Diagnóstico Vete-

rinario Especializado (SDVE) del INTA Balcarce.

4 – DESARROLLO

Problemas sanitarios en la recría y engorde pastoril y a corral

Si bien existen diferencias en el manejo entre los distintos sistemas productivos, que pueden predisponer a una mayor o menor presentación de determinadas enfermedades, en esta sección se incluyen aquellas problemáticas sanitarias que se diagnostican con frecuencia en ambos sistemas, tanto pastoril con o sin suplementación, como en engorde a corral (*feedlot*).

Uno de los principales problemas sanitarios en los bovinos luego del destete sea la enfermedad respiratoria bovina (ERB). Se trata de un síndrome multifactorial que no solo involucra la intervención de agentes infecciosos (virales y bacterianos principalmente) sino que, factores de manejo e inmunitarios, entre otros, son fundamentales para que la enfermedad se manifieste. En este contexto, la ERB o neumonía, para simplificar, constituye una de las principales problemáticas sanitarias atendidas por el SDVE del INTA Balcarce en terneros luego del destete, con 201 registros en la casuística entre el año 1997 a 2026. Si bien la ERB suele ser mucho más frecuente y grave en los sistemas de engorde a corral, también suele ser diagnosticada en sistema de engorde pastoril. El estrés asociado al destete, la falla en inmunizaciones previas y factores climáticos, se reconocen como factores clave para el desarrollo de la ERB. Entre los agentes virales involucrados, los más frecuentemente identificados en la región son el BoAHV (alfahespervirus bovino) y el VDVB (virus de la Diarrea Viral Bovina), ambos endémicos, además de otros virus con tropismo respiratorio como el virus respiratorio sincitial bovino (VRSB), parainfluenza-3 (PI3), coronavirus y adenovirus, entre otros. En un estudio realizado en 2005 en un *feedlot* comercial de la provincia de Buenos Aires se efectuaron hisopados nasales a 47 terneros que comenzaban a manifestar los signos iniciales de ERB, logrando identificar agentes virales en el 76,7% de los casos, incluyendo infecciones simples (un solo agente viral) en el 47,2% de los casos, e infecciones múltiples (más de un virus) en el 52,8% de los casos. Entre las infecciones simples, se identificaron BoAHV (42,1%), VRSB (26,3%), VDVB (21,1%) y PI3 (10,5%). En las coinfecciones se detectaron: VDVB+VRSB+ BoAHV (35,3%), VDVB+BoAHV (29,4%), VDVB+-VRSB (11,8%), VDVB+PI3 (11,8%) y VDVB+PI3+VRSB (11,8%) (Anselmo Odeón, comunicación personal). Si bien el diagnóstico de agentes virales es más frecuente en los estadios iniciales de la ERB, en condiciones de campo y en el estadio más avanzado de la ERB, usualmente se detectan infecciones bacterianas secundarias que complican el cuadro respiratorio y pueden conducir a la muerte del ternero si no se instaura un tratamiento inmediato y apropiado. Las bacterias más comúnmente involucradas incluyen *Mannheimia haemolytica, Pasteurella multocida* e *Histophilus somni,* agentes que forman parte de la microbiota de las vías aéreas superiores y ante una situación de estrés o luego de infecciones virales, alcanzan el parénquima pulmonar y desencadenan bronconeumonías graves. Si bien es indistinto la acción de una u otra de estas bacterias, también usualmente se detectan infecciones simples o co-infecciones. En un trabajo donde analizaron los agentes bacterianos causantes de ERB sobre 70 necropsias realizadas en 6 *feedlots* comerciales, se lograron determinar infecciones simples (76,2%) o múltiples (23,8%), detectando *H. somni* (28,4%), *M. haemolytica* (29,9%), *P. multocida* (13,4%), *Trueperella pyogenes* (4,5%), *P. multocida+H. somni* (13,4%), *P. multocida+M. haemolytica* (9,0%), *P. multocida+T. pyogenes* (1,5%) (de Yaniz et al., 2021).

Mas allá de la multicausalidad de la ERB, una problemática creciente es la ocurrencia de resistencia a los antimicrobianos empleados para su tratamiento. En un trabajo realizado por investigadores del INTA Balcarce en el cual se analizaron aislamientos bacterianos obtenidos de 55 necropsias de bovinos con ERB refractarios a tratamientos con antimicrobianos, se observó resistencia variable a distintos grupos de drogas (de Yaniz et al., 2018). De manera preocupante, se observó que el 13,6% de las cepas de *H. somni,* el 27,7% de *M. hemolítica* y el 31,6% de *P. multocida* resultaron multirresistentes (de Yaniz et al., 2018). Este fenómeno probablemente se relacione con la elevada presión farmacológica durante las etapas de crecimiento, derivadas del uso indiscriminado de tratamientos profilácticos, la inclusión de antibióticos en la dieta y la aplicación de tratamientos farmacológicos empíricos, entre otros aspectos. En la actualidad esta situación está ocasionando una crisis sanitaria global, debido a que las bacterias multirresistentes amenazan la seguridad alimentaria bajo el enfoque de “Una Salud”.

Mas allá de lo comentado para la ERB, otro agente que suele identificarse en estos brotes es *Mycoplasma bovis*. Clínicamente, suele presentarse de manera diferente, con cuadros menos agudos y frecuentes recidivas asociadas a fallas en los tratamientos antimicrobianos. En los últimos años, esta enfermedad se ha diagnosticado con mayor frecuencia, tanto en los sistemas de engorde pastoril como en *feedlots*. La primera identificación de

M. bovis asociada a cuadros de ERB en nuestro país fue descripta por Margineda et al. (2017). Posteriormente, se describieron brotes de ERB y poliartritis en terneros de *feedlot* de la provincia de Buenos Aires donde se aisló por primera vez *M. bovis* (Cantón et al., 2022a), y luego en un sistema de recría pastoril, donde los cuadros de poliartritis resultaron ser más relevantes que la neumonía (Acuña et al., 2021). (Figura 1). Posiblemente, la micoplasmosis haya estado presente históricamente en los rodeos bovinos; sin embargo, durante los últimos años se ha detectado con mayor frecuencia, pareciendo comportarse como una enfermedad emergente. Es importante la identificación clínica y diagnóstica temprana de estos cuadros, para instaurar no solo medidas terapéuticas adecuadas, sino también de bioseguridad, ya que se trata de una enfermedad muy contagiosa, posiblemente con animales reservorios que infectan rápidamente a otros susceptibles, permitiendo su rápida dispersión, sobre todo en sistemas de engorde a corral.

Ya se mencionaron en la sección de "Cría bovina" las infecciones con el VDVB en terneros al pie de la madre. Este virus también suele afectar a terneros luego del destete, tanto en sistemas pastoriles como en *feedlot.* Al analizar la casuística de los últimos 30 años (1995-2024) (Sosa et al., 2025a), se observó que los brotes ocurrieron casi con exclusividad en rodeos para carne (49/50), con presentaciones a lo largo de todo el año. Si bien la mayor frecuencia se registró en terneros al pie de la madre (81,6%), también se reportaron en *feedlots* (8,2%) y en recrías pastoriles (6,12%). En cuanto a la edad de los animales afectados, los casos se detectaron principalmente en terneros menores de 8 meses (23,0%), aunque también se detectaron en animales entre los 8 y 12 meses (27,9%) o mayores al año (49,2%). En el 68% de los brotes, los animales pertenecían al propio establecimiento, mientras que en el 26%, eran de compra. Este dato es relevante, ya que los cuadros de "enfermedad de las mucosas" asociado a las infecciones con el VDVB (reinfección de un ternero persistentemente infectado), suelen caracterizarse por afectar a animales de un mismo origen, dado que la infección transplacentaria habría ocurrido durante su gestación. En concordancia con ello, de los 50 brotes analizados, casi la mitad fueron clasificados como "enfermedad de las mucosas" (52,0%), al aislar una cepa citopática del VDVB. (Figura 2).

La queratoconjuntivitis infecciosa bovina es otra enfermedad frecuentemente diagnosticada en terneros durante el periodo de recría, tanto en sistemas pastoriles como en *feedlot*, en la región central de Argentina. Esta enfermedad ya fue abordada en la sección de "Cría bovina", por lo que no se desarrollará en mayor detalle en este apartado.

La salmonelosis es una enfermedad zoonótica e infectocontagiosa causada por bacterias del género *Salmonella*. Aunque en los bovinos se asocia frecuentemente a cuadros entéricos, también pueden producir septicemias severas y generar cuadros de alta letalidad. Por otra parte, la existencia de cepas multirresistentes representa un desafío creciente para el control de la enfermedad. La salmonelosis se diagnostica con frecuencia en el SDVE del INTA Balcarce, con 110 registros en la casuística analizada entre 1997 y 2026. Si bien afecta con mayor

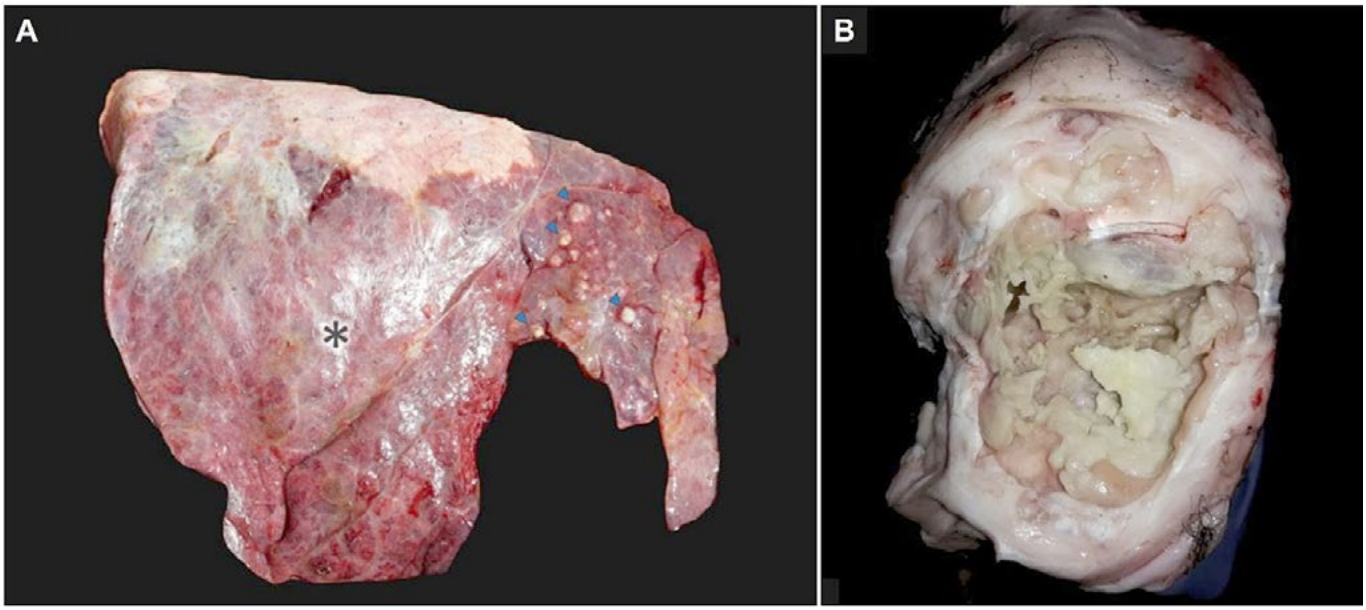


Figura 1. Hallazgos de necropsia en terneros con micoplasmosis. A) Neumonía focalmente extensiva, subaguda a crónica, afectando el 90% del parénquima pulmonar derecho (lóbulos apical, craneal y caudal), con múltiples nódulos caseonecróticos (flechas). B) Tenosinovitis y artritis fibrinonecrótica. Reproducido de Cantón et al. (2022a).

frecuencia terneros más jóvenes y en sistemas lecheros, también se han registrado brotes en sistemas de engorde de terneros. En un análisis retrospectivo de 28 brotes de salmonelosis (Sosa et al., 2022), los casos ocurrieron mayoritariamente en terneros (89%), seguido por vacas (7%) y vaquillonas (4%). La mortalidad fue variable (0,2% a 72,7%), con tasas de letalidad de hasta el 80%. Clínicamente, los animales manifestaron principalmente cuadros entéricos con diarrea (57,1%), mientras que, en los casos septicémicos, se observaron depresión (32,1%), hipertermia (25,0%), deshidratación (21,4%), anorexia (14,2%), pérdida de peso (14,2%) y debilidad (14,2%) (Sosa et al., 2022). Asimismo, se ha reportado un brote atípico en sistema de engorde pastoril de novillos de 18 meses de edad, con una morbilidad del 3,4% y una letalidad del 50% (Barale et al., 2024).

Más allá de su asociación con ERB, *H. somni* suele asociarse a otros cuadros patológicos registrados en la casuística del SDVE del INTA Balcarce. En un estudio retrospectivo realizado por Livio et al. (2023), en el que se analizaron 40 brotes de histofilosis entre 2005 y 2023, se caracterizaron diferentes cuadros clínicos: bronconeumonía (45%), septicemia (15%), combinación bronconeumonía-cardíaca (12,5%), encefálica (10%), abortos (10%), cardíaca-articular (2,5%), encefálica-articular (2,5%) y encefálica-neumónica (2,5%). Estos brotes se diagnosticaron con mayor frecuencia en sistemas de engorde a corral (43,2%) que en engorde pastoril (27%), y en menor proporción en sistemas de cría (24,3%) y lechería (5,4%). Esta distribución podría estar asociada a factores predisponentes como el estrés (transporte, hacinamiento, cambio de dieta) y la mezcla de animales de distinto origen. En los cuadros de encefalitis, la letalidad alcanzó el 94,6%, mientras que en las restantes presentaciones clínicas fueron menor (54%), observándose una respuesta favorable a la antibioticoterapia. Las catego-

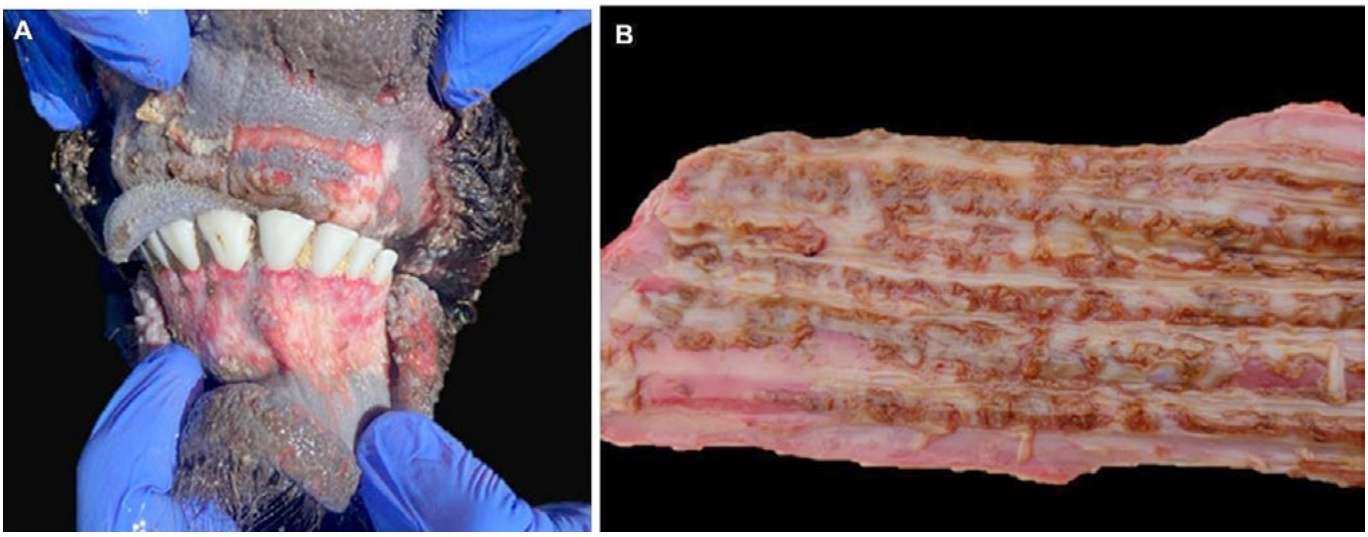


Figura 2. Hallazgos de necropsia en terneros infectados con el virus de la Diarrea Viral Bovina (VDVB). A) Gingivitis y estomatitis erosiva/ulcerativa multifocal-coalescente. B) Lesiones erosivas multifocales-coalescentes, lineales, en esófago. Reproducido de Sosa et al. (2025a).

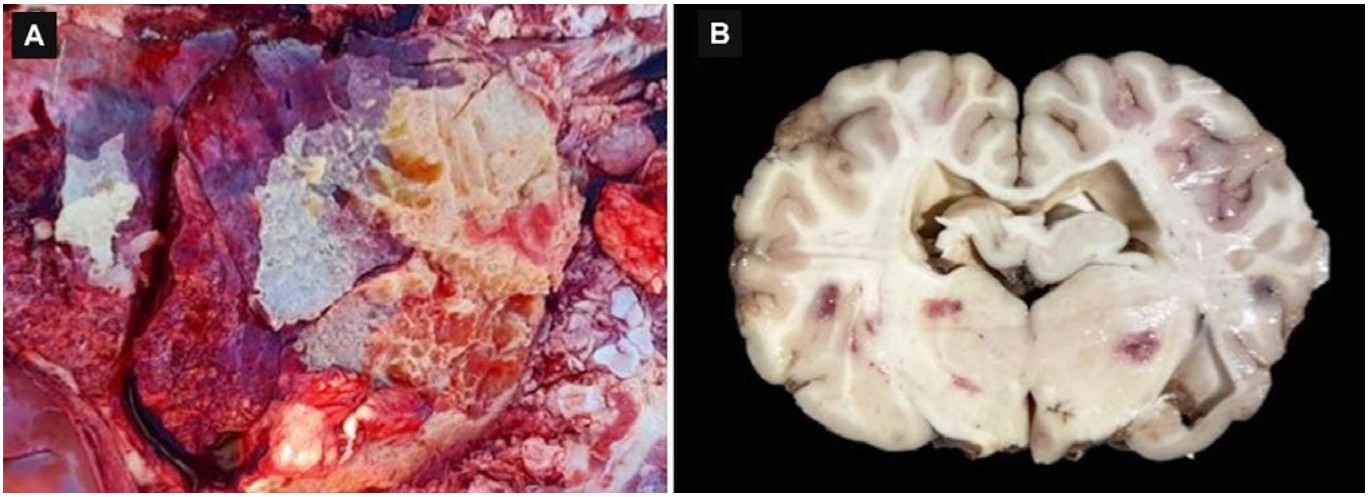


Figura 3. Hallazgos de necropsia en bovinos con histofilosis. A) Pleuro-bronconeumonía fibrinosa severa, afectando la mayoría del parénquima pulmonar derecho. B) Encefalitis necrohemorrágica multifocal. Reproducido de Livio et al. (2023b).

rías más afectadas fueron novillitos (54,7%), vaquillonas (19%) y terneros al pie de la madre (16,6%). En los últimos años la histofilosis ha sido diagnosticada cada vez con más frecuencia en los sistemas de producción, y se ha planteado que la protección de las vacunas comerciales disponibles podría ser limitada. No obstante, la mayoría de los aislamientos de *H. somni* fueron sensibles a los antimicrobianos usados de rutina (Livio et al., 2023a, 2023b). (Figura 3).

Las miositis clostridial ("mancha") en sus diferentes formas de presentación, suelen registrarse con frecuencia en la casuística del SDVE del INTA Balcarce y afectan principalmente a bovinos menores de 2 años. En el período comprendido entre 1997 y 2025 se diagnosticaron 48 casos de esta enfermedad. Si bien algunos aspectos de la enfermedad ya fueron mencionados en la sección de "Cría bovina", en este apartado se destacan algunos casos particulares que pueden observarse durante la recría y el engorde, más allá de los cuadros clásicos. De acuerdo con la bibliografía, la mayoría de los casos afectan grandes masas de músculo esquelético, tanto del tren anterior o posterior, así como de la región del cuello, el área lumbar, la región pectoral, el diafragma, los músculos intercostales y la lengua, entre otros (Abreu et al., 2018). No obstante, aunque menos frecuentemente, puede verse afectado el miocardio. En este sentido, se han registrado algunos casos en los que la enfermedad cardíaca constituyó el único hallazgo compatible con mancha (Morrell et al., 2022). La mención de estas presentaciones resulta relevante, dado que deben considerarse dentro del diagnóstico diferencial de cuadros de muerte sobreaguda en animales jóvenes.

Otra infección que suele ocasionar problemas sanitarios en sistemas de recría y engorde es la provocada por el BoAHV. Si bien ya mencionamos su implicancia en la casuística de la ERB, suele asociarse también a otros cuadros clínicos. Es frecuente su detección asociada a cuadros de encefalitis (23 registros entre 1997 y 2026), así como a enfermedades de las vías áreas superiores, caracterizados por rinitis, traqueítis y conjuntivitis (mejor comúnmente conocida como IBR (del inglés *infectious bovine rhinotracheitis*). En un trabajo reciente de García et al. (2025), se describen dos brotes de enfermedad neurológica asociada a BoAHV-5, uno en terneros al pie de la madre y otro en terneros destetados en recría pastoril con suplementación. En ambos brotes se confirmaron signos clínicos y lesiones compatibles, logrando identificar BoAHV-5 (García et al., 2025). Asimismo, se detectó un brote de alta contagiosidad de conjuntivitis y rinitis en terneros recientemente destetados, en recría pastoril, en el cual se pudo identificar una variante atípica de BoAHV-1. (Figura 4). Este aislamiento requiere una mayor caracterización, dada sus particulares características epidemiológicas (Vilatuña et al., 2024; Fernández Langer et al., 2025).

Además de las enfermedades infecciosas, otras patologías de origen metabólico, tóxico y parasitario suelen registrarse en terneros tanto de recría pastoril como en sistemas de engorde a corral. Inicialmente, mencionaremos a la hipocuprosis como una problemática frecuente en la casuística del SDVE, ya abordada en la sección de "Cría bovina", por lo que no nos explayaremos en esta sección. Sin embargo, es importante remarcar que, al tratarse de una de las principales enfermedades carenciales que afectan a animales en crecimiento, suelen instaurarse estrategias de suplementación inyectable de manera

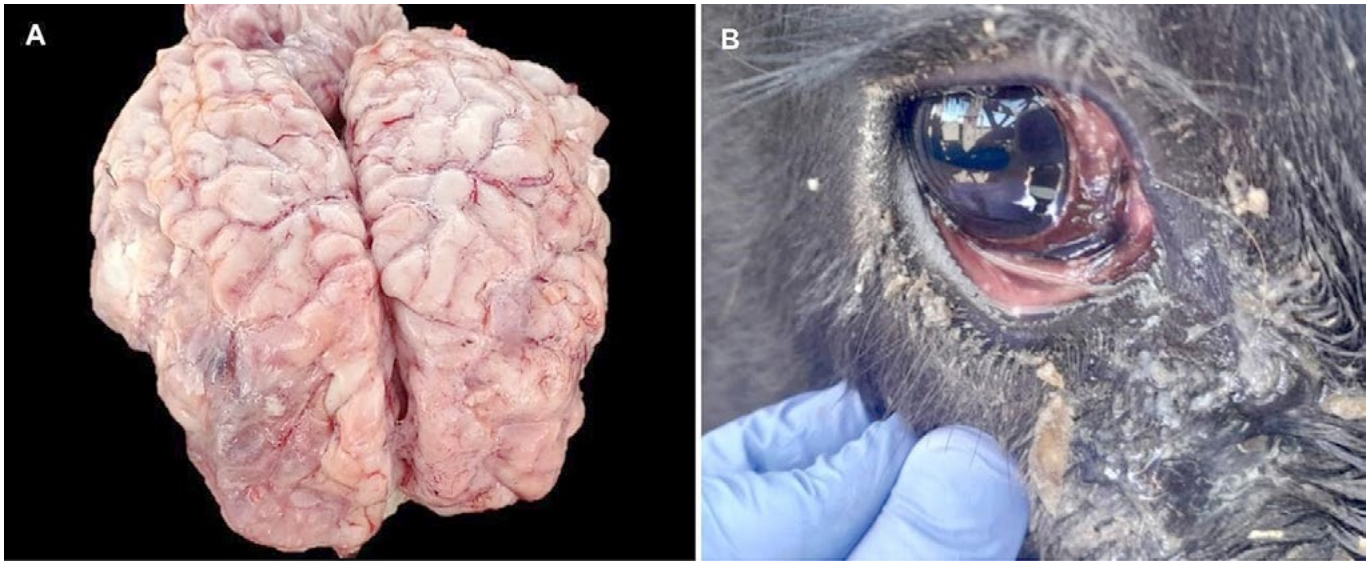


Figura 4. Hallazgos de necropsia en bovinos con infecciones con alfaherpesvirus bovino. A) Malacia cerebrocortical frontal bilateral focalmente extensiva, asociada a infección con BoAHV-5. B) Conjuntivitis asociada a BoAHV-1. Reproducidos de García et al. (2025) y Vilatuña et al. (2024), respectivamente.

regular para cubrir los requerimientos; por lo que sobredosificaciones accidentales con estos productos han sido históricamente asociadas a cuadros de mortandad en terneros.

Entre las enfermedades tóxicas, se incluye también la intoxicación con ergoalcaloides, ya discutida en la sección "Cría bovina". Estos cuadros pueden ocasionar graves problemas de mortandad, en los casos más severos, o importantes pérdidas productivas, asociados a el consumo de pastizales de festuca alta contaminada con el endófito *Epichlöe coenophiala,* o al pastoreo de diferentes gramíneas semilladas con presencia de *Claviceps purpurea.* Asimismo, se han registrado varios brotes de mortandad severa en sistemas de engordes a corral, cuando se incluyen diferentes componentes de la dieta contaminados con *C. purpurea* ("cornezuelo"), entre ellos, afrechillos de trigo y barridos de semilla forrajera, entre otros. Por tal motivo, tanto la festucosis como ergotismo, constituyen causas relevantes de problemas productivos también en sistemas de recría y engorde bovino (Rivera et al., 2017).

Las enfermedades parasitarias, suelen afectar a todas las categorías de bovinos, pero tienen una gran implicancia en los sistemas de engorde, y con mayor frecuencia en los últimos años, se destaca el resurgimiento de la sarna, la forma soróptica (*Psoroptes ovis*). Esta ectoparasitosis ha resurgido posiblemente impulsada por el aumento en los movimientos de hacienda, la alta densidad animal y las fallas en los programas de control antiparasitario. A diferencia de lo observado históricamente (presentación invernal), actualmente puede presentarse durante todo el año. Los sistemas de encierre (*feedlot*) facilitan la propagación rápida por contacto directo, convirtiendo a la sarna en un problema estructural al ingreso de animales. El uso incorrecto de antiparasitarios (subdosificación o fallas en repeticiones) y la falta de tratamientos al ingreso permiten la persistencia de la enfermedad, comenzándose a registrar además fenómenos de resistencia. En este contexto, resulta imprescindible realizar un diagnóstico temprano y no esperar a que el daño clínico sea evidente (costras, pérdida de pelo), momento en el cual el tratamiento resulta menos efectivo.

Problemas sanitarios en recría y engorde exclusivamente pastoril

En esta sección se incluyen aquellas enfermedades que se diagnostican con mayor frecuencia en recrías y engordes pastoriles de terneros. Por su elevada ocurrencia, se hará especial énfasis en las parasitosis gastrointestinales, particularmente aquellas provocadas por nematodes, dado que el ambiente pastoril constituye un escenario ideal para el cumplimiento de su ciclo biológico. Después, se abordarán brevemente otros trastornos que pueden presentarse en los sistemas pastoriles.

Las parasitosis gastrointestinales provocadas por especies de nematodos constituyen una de las principales problemáticas sanitarias en sistemas de recría y engorde pastoril en la región central de la provincia de Buenos Aires. En la casuística del SDVE del INTA Balcarce, entre 1997 y 2026, se registraron 210 casos donde se pudieron confirmar el impacto productivo de esta problemática. Estas parasitosis están causadas principalmente por nematodos estrongílidos, siendo los géneros más frecuentes en la región: *Ostertagia ostertagi*, *Cooperia* spp., *Trichostrongylus axei* y *Haemonchus placei*. Algunos de estos agentes provocan un daño más severo a nivel abomasal o intestinal, afectando principalmente a categorías en crecimiento. Representan una importante limitante productiva, provocando pérdidas de 20-40 kg/animal durante el primer invierno, así como menores ganancias de peso (subclínica). El control efectivo requiere monitoreos periódicos (HPG) y una adecuada gestión de resistencia a los antiparasitarios, especialmente a las lactonas macrocíclicas. En este sentido, la expansión de la resistencia a diferentes grupos de drogas, particularmente lactonas macrocíclicas y benzimidazoles, constituye una problemática creciente. Por esta razón, resulta imprescindible conocer la situación sanitaria de cada establecimiento, considerando su historial de tratamientos, realizando controles frecuentes mediante HPG, y evaluando de manera sistémica la eficacia de los tratamientos aplicados, con el fin de reducir el impacto de estas parasitosis.

Una parasitosis frecuente en sistemas de recría y engorde pastoril es la dictiocaulosis, con 40 registros en la casuística del SDVE del INTA Balcarce entre 1997 y 2026. Esta parasitosis es causada por el nematodo *Dictyocaulus viviparus*, agente etiológico de la enfermedad conocida como neumonía verminosa, que afecta principalmente regiones de clima templado, por lo que el clima de la región central de Argentina genera las condiciones ideales para su presentación. Ovelar et al. (2024) realizaron un análisis retrospectivo de la casuística de dictiocaulosis en bovinos de la región central de Argentina, incluyendo 20 brotes ocurridos entre 2000 y 2023. Estos brotes se presentaron con mayor frecuencia en sistemas de producción de carne (85%), con una marcada estacionalidad, concentrándose principalmente en otoño e invierno (entre abril y agosto), y siendo escasos en primavera. Casi todos los brotes (19/20) afectaron a terneros de 2 meses al año, con una morbilidad media

del 26,2% (7,3 a 100%) y una mortalidad media del 8,4% (1,4 a 50%), resultando en una letalidad del 35%. Los bovinos afectados pastoreaban principalmente pastizales naturales (35%) o verdeos de invierno (avena, raigrás; 30%). Si bien en varios de estos brotes se habían aplicado tratamientos antiparasitarios en los meses previos, se registraron fallas concomitantes en el control de las parasitosis gastrointestinales (Ovelar et al., 2024).

Otra parasitosis que puede registrarse en sistemas de engorde pastoril es la coccidiosis, ya abordada en la sección de "Cría bovina". En un análisis retrospectivo de 63 brotes de coccidiosis en la casuística del SDVE del INTA Balcarce, se observó que, la mayoría ocurría en terneros al pie de la madre (66,6%), luego en terneros post-destete, entre los 9 y 12 meses de edad (29%), y menor medida en novillos mayores de año (6%) y vaquillonas (5%). La mayoría de los brotes de coccidiosis sucedían en terneros inmediatamente luego del destete (78%), frecuentemente asociado al transporte (11%) y a periodos de confinamiento o altas cargas instantáneas (49,2%) (Vilatuña et al., 2026).

En sistemas pastoriles que incluyen leguminosas, son frecuentes los episodios de meteorismo, también conocido como "empaste". Se trata de un trastorno metabólico agudo, frecuente en la casuística del SDVE del INTA Balcarce, caracterizado por la acumulación de gases en el rumen debido a la dificultad en la eructación. El meteorismo ocurre cuando el gas queda atrapado en una espuma estable que impide su eliminación, asociado principalmente al pastoreo de leguminosas como alfalfa, trébol blanco y rojo en estado vegetativo. Si bien existen estrategias de prevención (manejo o la inclusión de antiespumantes), sigue siendo una problemática que requiere atención. Más allá de su presentación habitual sobre leguminosas, en la casuística del INTA Balcarce se han registrado algunos brotes ocurridos sobre otros recursos forrajeros, como raigrás anual (*Lolium multiflorum*) (Acuña et al., 2021) y nabo forrajero (*Raphanus* spp.) (Urtizbiría et al., 2020). La presentación de meteorismo en estos recursos es menos frecuente, pero importante tenerlos en cuenta para evitar problemas de este tipo.

Otro trastorno metabólico, abordado en la sección "Cría bovina" frecuente en bovinos adultos es la hipomagnesemia. Existen algunos registros de mortandad asociados a hipomagnesemia en bovinos jóvenes pastoreando gramíneas, aunque es menos frecuente en esta categoría. Sosa et al. (2021) revisaron la casuística del SDVE del INTA Balcarce entre 1998 y 2021, donde se diagnosticaron 24 brotes de hipomagnesemia en bovinos menores a los 2 años, con marcada estacionalidad en invierno y primavera, similar a lo que ocurre en adultos (Cantón et al., 2022b). La mortalidad promedio fue del 1,3% (rango 0,3-7,0%), algo menor a la reportada en bovinos adultos. Los animales consumían principalmente verdeos (54,2%), pasturas (20,8%) o verdeos con suplementación (8,3%). La categoría más afectada correspondió a terneros menores de 1 año (41,7%), novillos (1-2 años) (25,0%), seguida por vaquillonas (1-2 años) (16,7%) o vaquillonas y novillos simultáneamente (16,7%). La signología clínica fue similar a la descripta en adultos, predominando signos neurológicos como agresividad, incoordinación, temblores, excitabilidad y convulsiones. Por otro lado, también se registraron muertes súbitas (33,3%), decúbitos prolongados (12,5%) y timpanismo (12,5%) (Sosa et al., 2021). Aunque la hipomagnesemia afecta principalmente a bovinos adultos con baja biodisponibilidad de Mg requiriendo el consumo diario, ante ciertas circunstancias también puede presentarse en animales jóvenes, que generalmente tienen menores requerimientos y mayor capacidad de movilización ósea de Mg.

Finalmente se abordarán algunos trastornos de origen tóxico que se suelen registrarse en sistemas pastoriles de recría y engorde. Entre ellos, por su mayor frecuencia, se destaca la fotosensibilización, una afección cutánea caracterizada por la afección de piel despigmentada tras la exposición a la luz solar, con dermatitis, inflamación y necrosis, afectando principalmente orejas, hocico y ubre. Generalmente es secundaria a daño hepático (provocado por plantas tóxicas o micotoxinas), que impide la correcta metabolización de la filoeritrina; aunque también puede tener un origen primario (por el consumo de plantas con agentes fotodinámicos). En la casuística del SDVE del INTA Balcarce, esta afección constituye una consulta frecuente, siendo en muchas oportunidades difícil establecer su etiología. Se realizó un análisis retrospectivo de la casuística de fotosensibilización en bovinos entre el año 1998 y 2018 en el INTA Balcarce, tratando de establecer si eran cuadros primarios o secundarios, al evaluar posibles etiologías y la actividad de enzimas hepáticas (Colque Caro et al., 2018). Se incluyeron 42 brotes ocurridos con mayor frecuencia entre mayo y septiembre. El 31% de los brotes se consideraron de fotosensibilización primaria, con ausencia de ictericia y niveles de la actividad de enzimas hepáticas normales. Los brotes restantes fueron de fotosensibilización secundaria (69%) al observar ictericia (41,4%) y elevación de la actividad de GGT (89,6%) o GOT (41,4%). En los brotes primarios, los animales se pastoreaban principalmente avena (*Avena sativa*) (38,4%) o raigrás (*Lolium* spp.) (30,7%). Una

causa frecuente de fotosensibilización secundaria fue el consumo de pasturas con abundante presencia de esporas de *Pseudopithomyces chartarum* (61,5% de los brotes de fotosensibilización primaria, y en el 79,3% de los de fotosensibilización secundaria). Asimismo, también se detectó presencia de *Dreschlera avenae* en el 23,0% de los casos de fotosensibilización primaria. Muchas veces establecer la etiología de estos casos es compleja. Si bien estudios previos han demostrado la producción de esporidesmina por parte de cepas nativas de *P. chartarum* (Licoff et al., 2008), existió gran variabilidad, por lo que hay que tomar con recaudos la asociación de conteos de esporas elevadas, con una causalidad del brote. También hemos registrado cuadros de fotosensibilización primaria en bovinos pastoreando forraje contaminado con *Ammi majus* ("visnaga") (Dorsch et al., 2018) o trébol rojo (Tettamanti et al., 2025a) así como cuadros de fotosensibilización secundaria por pastoreo de mijo (*Panicum miliaceum*) (Odriozola et al., 2009).

Otra intoxicación diagnosticada con frecuencia por el SDVE del INTA Balcarce, es la provocada por forrajes con altos niveles de nitratos. Es una causa frecuente de mortandad aguda, especialmente asociada a pastoreos de gramíneas (avena, raigrás, sorgo o maíces), o al consumo de malezas, tras sequías o fertilización. En el análisis de la base de datos de casos registrados por el SDVE entre 1997 y 2026, hay 18 brotes de intoxicación con nitratos en bovinos. La mayoría de estos brotes ocurrieron en pastoreo de recursos forrajeros que por las condiciones climáticas o de manejo previo, acumularon concentraciones elevadas de nitratos. Hemos diagnosticado casos en consumo de sorgos (Cantón 2009), así como en verdeos de raigrás (Armendano et al., 2015). También reportamos esta patología en terneros que ingresaron a corrales con presencia de *Portulaca olearacea* (verdolaga) con altas concentraciones de nitratos (Sosa et al., 2025b). Para prevenir estos cuadros, es importante conocer y monitorear las condiciones predisponentes, como los rebrotes cuando llueve luego de sequías, pastoreo de parcelas nuevas, suelos con excedente de nitrógeno, entre otros aspectos.

Problemas sanitarios en recría y engorde en *feedlot*

Los cuadros clínicos que se presentan con mayor frecuencia en corrales de engorde difieren de los que ocurren en sistemas pastoriles. En general, estos trastornos están predispuestos por la inclusión de componentes en las dietas que, en ocasiones, no presentan un balance nutricional adecuado. Nos centraremos en la intoxicación con ionóforos (el cuadro tóxico más frecuentemente diagnosticado en la casuística del SDVE del INTA Balcarce; García et al., 2017), y la polioencefalomalacia nutricional. Igualmente, incluiremos otros trastornos que pueden ocurrir en este sistema de producción.

La intoxicación con ionóforos es una de las problemáticas más frecuentes en la casuística del SDVE del INTA Balcarce, con 168 registros en el análisis de casos entre 1997 y 2026. Están dados principalmente por la inclusión de monensina en las dietas de engorde. Si bien la dosis tóxica de este compuesto es 10 veces superior a la terapéutica, frecuentemente detectamos errores en el mezclado que pueden llevar a sobredosificaciones. Urtizbiría et al. (2020) analizaron la casuística del SDVE entre 1997 y 2018, registrando en ese periodo 77 brotes de intoxicación con monensina, más frecuentemente en sistemas de engorde a corral (57,1%) o en sistemas pastoriles con suplementación (verdeos 9,1% y pasturas 22,1%), asociado al empleo de este aditivo a las dietas. Se vieron afectados principalmente terneros de recría (47,2%), novillos (34,2%), vaquillonas (8,9%) y terneros de destete precoz (3,3%) (Urtizbiría et al., 2020). La morbi/mortalidad promedio de estos casos fue del 11,5% (variable entre 1 a 20%), con una letalidad del 100%. Si bien la mayoría de estos brotes ocurren en engorde a corral, existe la posibilidad de ocurrencia por fallas en la liberación lenta de monensina por parte de bolos intraruminales, que hemos reportado en diferentes sistemas (Tettamanti et al., 2025b), razón por la cual esta patología debería también ser considerada en otros sistemas de engorde pastoril. La intoxicación con ionóforos genera grandes pérdidas económicas directas por la muerte de animales. A pesar de ser una causa de muerte conocida, los casos hoy en día siguen ocurriendo, probablemente debido a fallas humanas en la correcta dosificación.

La polioencefalomalacia de origen nutricional es la principal enfermedad neurológica que se diagnostica en el SDVE del INTA Balcarce, en bovinos de engorde a corral (Marrón et al., 2024), con 148 registros de la enfermedad en la base de datos entre 1997 y 2026. Anteriormente, en un análisis retrospectivo que se realizó en el 2015, se incluyeron 49 de estos brotes registrados entre 2001 y 2014 (Cantón et al., 2015). Se observó cierta estacionalidad de los casos, ocurriendo el 55% de los reportes entre septiembre y noviembre. La morbilidad promedio de estos brotes de polioencefalomalacia fue del 4,5% (rango 0,2 a 22,2%), con una mortalidad del 2,5% (0,0 a 14,8%). La mayoría de los episodios se registraron en novillos (73,5%), vaquillonas (16,3%) y terneros (6,1%). En todos los casos se describió signología neurológica caracteriza-

da con ataxia, ceguera, depresión y opistótonos. Si bien es una patología que usualmente se asocia casi con exclusividad con sistemas de engorde a corral, también se diagnostica frecuentemente en sistemas pastoriles, por lo que no debe excluirse en el diagnóstico diferencial de enfermedad neurológica en estos otros sistemas. En la casuística del SDVE, se diagnosticó polioencefalomalacia en engorde a corral (39,5%), en sistemas exclusivamente pastoriles (30,2%) o en sistemas pastoriles con suplementación (30,2%) (Cantón et al., 2015). Aunque en la mayoría de los brotes registrados en *feedlots* se sugiere como posible etiología una acidosis ruminal subclínica previa, en muchas oportunidades no es posible establecer la etiología de base de esta enfermedad metabólica. En la región central de Argentina es poco frecuente el exceso de azufre (S) en la dieta, que se menciona como otra posible etiología (Gould 1998), y en la mayoría de los casos que se ha evaluado (en el agua de bebida y en la dieta), no fue posible establecer concentraciones elevadas de este mineral. Solo en un caso diagnosticado en la provincia de Córdoba, se identificaron elevadas concentraciones de S, que podrían haber originado el cuadro (Castro et al., 2019). Dada la frecuencia de esta enfermedad, es imprescindible establecer un diagnóstico clínico temprano, ya que usualmente, la respuesta terapéutica es muy buena si se instaura rápidamente, y se corrigen los posibles factores predisponentes.

La acidosis ruminal en los sistemas de engorde a corral es uno de los trastornos sanitarios más frecuentes, y habitualmente también son frecuentes las consultas al SDVE del INTA Balcarce para colaborar con estos diagnósticos. Sin embargo, dado que se trata de una problemática ampliamente conocida y cuyo manejo está bien establecido, no se profundizará en este trabajo. Cabe destacar que son frecuentes las consultas por trastornos secundarios, como se mencionó anteriormente en los casos de polioencefalomalacia, o trastornos podales (laminitis).

La listeriosis es una enfermedad bacteriana producida por *Listeria monocytogenes*, una bacteria ubicua, que puede provocar en rumiantes diferentes cuadros clínicos incluidos: septicemias, abortos, y encefalitis, entre los más comúnmente descriptos. En 2012 se realizó un estudio retrospectivo de los casos de listeriosis en el SDVE del INTA Balcarce, analizando la casuística del 2002-2010, identificando 17 brotes, 16 de ellos caracterizados por la presentación de encefalitis (Margineda et al., 2012). De acuerdo con los registros, la morbilidad fue entre 0,1 y 7,1% y la letalidad entre el 87 y 100%. El 35,2% de los casos ocurrieron en bovinos de *feedlot*, entre 12 y 18 meses de edad, pero también ocurrieron casos en engorde pastoril (5,9% de los casos). En el 64,7% de los casos se incluía silaje de maíz en la ración. Si bien no se analizaron muestras de estos alimentos para determinar la presencia de *L. monocytogenes*, es frecuente esta asociación, dado que los silajes mal preservados constituyen un ambiente propicio para el desarrollo de *L. monocytogenes*.

Otro trastorno metabólico frecuente cuando se realizan encierres prolongados, es la hipovitaminosis A. Entre 1997 y 2026 hay 12 registros de esta enfermedad carencial en el SDVE del INTA Balcarce. Llada et al., (2019) analizaron retrospectivamente 6 brotes entre 2011 y 2018, 4 de ellos en sistemas de engorde a corral, donde se engordaban machos enteros o castrados, durante 5 y 9 meses de encierro. Todos consumían dietas que no incluían forraje fresco, sin el agregado de núcleos vitamínicos. Clínicamente se caracterizaron por la aparición "por goteo" de animales con ceguera y en algunos casos trastornos neurológicos. La morbilidad osciló entre el 4 y 54% y la mortalidad entre 2 y 10% (Llada et al., 2019). Si bien en condiciones de feedlot tradicionales, con encierres más cortos, este trastorno no es tan frecuente, debe ser tenido en cuenta en condiciones como las descriptas.

La intoxicación con urea no suele ser una presentación frecuente en la casuística del SDVE del INTA Balcarce, pero sí existen algunos reportes (9 en la casuística entre 1997 y 2026). Usualmente estos cuadros se dieron ante la inclusión de urea de manera manual, en diferentes condiciones de manejo, y principalmente en sistemas de engorde a corral poco tecnificados.

Finalmente mencionaremos un trastorno metabólico que se presentaba frecuentemente cuando se empezaron a popularizar los sistemas de engorde a corral en la década de 1990 y 2000. Dadas las características químicas de las dietas habituales, con la inclusión de granos en abundancia, es imprescindible la inclusión de sales o núcleo para balancear particularmente la concentración de calcio (Ca) y fósforo (P) ofrecida. Por esta razón, en sus inicios, al no haber tanta tecnificación, fueron frecuentes los trastornos metabólicos asociados a desbalances Ca:P en este tipo de dietas, sin inclusión de núcleos minerales para balancear la dieta. Eran comunes que se produjeran brotes de enfermedad asociados a la movilización de Ca óseo, con problemas severos de osteodistrofia, fragilidad ósea con fracturas espontáneas, trastornos neurológicos, entre otros. Luego, al comenzar a tener asesoramiento nutricional adecuado, y con la inclusión de núcleos minerales, estos trastornos metabólicos desaparecieron.

5 – CONCLUSIONES

En este trabajo se resumen las principales problemáticas registradas históricamente en los sistemas de recría y engorde de bovinos de la región central de Argentina, a partir de la casuística del SDVE del INTA Balcarce. La presentación de las enfermedades descriptas son dinámicas, por los cambios constantes en los sistemas de producción, la información generada es de mucho valor, permitiendo afianzar el diagnóstico y tomar de decisiones para evitar estos problemas sanitarios. En este sentido, el conocimiento de las problemáticas más frecuentes y de sus factores predisponentes resulta fundamental para la implementación de estrategias de prevención, diagnóstico temprano y manejo adecuado, con el objetivo de reducir su impacto productivo y sanitario.

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, C., Blanchard. P., Adaska, J., Moeller, R., Anderson, M., Navarro, M., Diab, S., & Uzal, F. (2018). Pathology of blackleg in cattle in California, 1991-2015. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation 30(6):894-901.

Acuña, Y., Morrell, E., Fiorentino, A., Sticotti, E., Tamiozzo, P., & Cantón, G. (2021). *Mycoplasma bovis*-polyartrhitis and pneumonia in grazing beef steers: outbreak in Buenos Aires province. Ab Intus 8:30-36.

Acuña, Y., Montiel, D., Morrell, E., & Cantón, G. (2021). Meteorismo en terneros de recría consumiendo verdeos de raigrás: reporte de caso. 44° Congreso Argentino de Produccion Animal. Virtual.

Armendano, J., Schild, C., Díaz, I., Liboreiro, M., Lagleyze, B., Cora, J., Bence, A., Llada, I., Mazzanti, M., García, J., Fernández, E., Poo, J., Cantón, G., & Odriozola, E. (2015). Presunta intoxicación por nitratos/nitritos en bovinos consumiendo raigrás anual (*Lolium multiflorum*): reporte de un caso en provincia de Buenos Aires. E. 9nas Jornadas Internacionales de Veterinaria Práctica. Mar del Plata, Argentina.

Barale, J., Marron, Y., Azaldegui, I., Scioli, V., García, J.A., Verna, A., Méndez, A., Fiorentino, A., & Cantón, G. (2024). Salmonelosis en novillos para carne en recría pastoril: descripción de un brote en la provincia de Buenos Aires. 47° Congreso Argentino de Producción Animal. Reconquista, Argentina.

Cantón, G. (2009). Presencia de casos de intoxicación por nitratos en bovinos. Veterinaria Argentina 26 (252).

Cantón, G., Llada, I., Margineda, C., Urtizbiría, F., Fanti, S., Scioli, V., Fiorentino, A., Louge Uriarte, E., Morrell, E., Sticotti, E., & Tamiozzo, P. (2022a). *Mycoplasma bovis*-pneumonia and polyarthritis in feedlot calves in Argentina: first local isolation. Revista Argentina de Microbiología 54:299-304.

Cantón, G., Fernández, E., Poo, J., Späth, E., Odriozola, E., Monterubbianesi, G., & Moreno, F. (2022b). Hypomagnesemia in beef cattle from the central region of Argentina: retrospective study. Ciência Rural 52(4):e20210285.

Cantón, G., García, J.A., García, J., Moreno, F., Morrell, E., & Odriozola, E. (2015). Análisis retrospectivo de episodios de polioencefalomalacia en bovinos diagnosticados en INTA EEA Balcarce (2001-2014). XLIII Jornadas Uruguayas de Buiatría 2015. Paysandú, Uruguay.

Castro, D., Margineda, C., & Cantón, G. (2019=. Polioencefalomalacia asociada a exceso de azufre dietético en bovinos de engorde a corral. Revista FAVE 18, 45-48.

Colque Caro, L., Lobo, J., Llada, I., Drake, M., Brambilla, E., Fernández, E., Poo, J., Cantón, G., & Odriozola, E. (2018). Fotosensibilización en bovinos en sistemas pastoriles: análisis retrospectivo (1998-2018). XXII Reunión Científico Técnica de la Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorio de Diagnóstico. Río Cuarto, Argentina.

de Yaniz, G., Fiorentino, A., Paolicchi, F., & Sánchez Bruni, S. (2021). Prevalencia de agentes bacterianos involucrados en casos de neumonías en *feedlot*. 1° Congreso de Microbiología Veterinaria. La Plata, Argentina.

de Yaniz, G., Fiorentino, A., Paolicchi, F., Bence, A., Domínguez, P., & Sánchez Bruni, S. (2018). Valoración de resistencia bacteriana en neumonías en bovinos de engorde a corral. XXII Reunión Científico Técnica de la Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorio de Diagnóstico. Río Cuarto, Argentina.

Dorsch, M., Cantón, G., & Odriozola, E. (2018). Fotosensibilización primaria por consumo de Ammi majus en bovinos: primer reporte en Argentina. 2018. Revista Veterinaria (UNNE) 29 (2):137-138.

Fernández Langer, R., Vilatuña, E., Cantón, G., Verna, A., Lazaro, F., Pereyra, S., González Altamiranda, E., Romera, S., & Maidana, S. (2025). Caracterización genética de un aislamiento atípico de alfaherpesvirus bovino tipo 1 (BoAHV-1). L Congreso Argentino de Genética y II Jornadas Regionales SAG-NEA. Posadas, Argentina.

García, J.A., Verna, A., Cantón, G., Azaldegui, I., Rustichelli, G., González Altamiranda, E., Asin, J., Livio, J, & Uzal, F. (2025). Two outbreaks of *Varicellovirus bovine alpha* (herpesvirus)-5 meningoencephalitis in Argentinian calves. Veterinary Research Communications 50:71.

García, J.A., Cantón, G., García, B., Micheloud, J., Campero, C., Späth, E., & Odriozola, E. (2017). Retros-

pective analysis of bovine poisoning after plant and other compounds consumption in Argentina (2000 – 2013). Pesquisa Veterinaria Brasileira 37(3):210-214.

Gould, D. (1998). Polioencephalomalacia. Animal Science 76:309-314.

Licoff, N., Khalloub, P., Diab, S., Cantón, G., Odeón, A., & Odriozola, E. (2008). Evaluación toxicológica de *Pithomyces chartarum* en Argentina. Revista de Medicina Veterinaria 89 (1), 9-12.

Livio, J., Cantón, G., Rustichelli, G., Recalt, V., Scioli, V., Morrell, E., Fiorentino, A., & García, J.A. (2023a). Análisis retrospectivo de 13 brotes de histofilosis bovina: caracterización anatomopatológica. XIII Reunión Argentina de Patología Veterinaria 2023. Salta, Argentina.

Livio, J., García, J.A., Rustichelli, G., Recalt, V., Mendez, A., Malena, R., Cantón, G., & Fiorentino, A. (2023b). Análisis retrospectivo del diagnóstico de 40 focos de Histofilosis bovina. II Congreso de Microbiología Veterinaria. UNCPBA, Tandil, Argentina.

Llada, I., Gómez Chayer, M., Morrell, E., Cantón, G., & Odriozola, E. (2019). Hipovitaminosis A en bovinos: análisis retrospectivo de la casuística registrada por el INTA Balcarce (2011-2018). 42° Congreso Argentino de Producción Animal. Bahía Blanca, Argentina.

Margineda, C., Zielinski, G., Jurado, S., Ferrella, A., Mozgovoj, M., Alcaraz, A., & López, A. (2017). *Mycoplasma bovis*-pneumonia in feedlot cattle and dairy calves in Argentina. Brazilian Journal of Veterinary Pathology 10(2):79-86.

Margineda, C., Cantón, G., Lischinsky, L., Moreira, A., & Campero, C. (2012). Listeriosis en bovinos de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista Veterinaria 23(1):32-37.

Marrón, Y., Fernández Tovo, M., Fiorentino, A., Verna, A., Poo, J., Lloberas, M., Recalt, V., García, J.A,, Morrell, E., & Cantón, G. (2024). Enfermedades con signología neurológica en bovinos de la región central de Argentina: análisis retrospectivo de INTA Balcarce (2000-2023). XXIV Jornada Científico Técnica de la Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico (AAVLD). Mar del Plata, Argentina.

Morrell, E., Odriozola, E., Dorsch, M., Rivera, E., Navarro, M., Uzal, F., & Cantón, G. (2022). A review of cardiac blackleg in cattle, and report of 2 cases without skeletal muscle involvement in Argentina. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation 34:929-936.

Odriozola, E., Lloberas, M., Cantón, G., Costa, E., & Campero, C. (2009). Fotosensibilización espontánea por consumo de mijo (*Panicum miliaceum* l.) en terneras. Revista de Medicina Veterinaria 90 (3/4), 57-60.

Ovelar, F., Lloberas, M., Cantón, G., & García, J.A. (2024). Dictyocaulosis in cattle: retrospective analysis of 20 outbreaks in Central Argentina. Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports 55:101107.

Rivera, M., Dorsch, M., Cheuquepán, F., Artía, L., Cantón, G., & Odriozola, E. (2017). Análisis retrospectivo de brotes de síndrome distérmico en bovinos de la región pampeana (1998-2017). 1º Congreso Regional de Toxicología Veterinaria. Montevideo, Uruguay.

Sosa, E., Miqueo, E., Rustichelli Millán, G., Spetter, M., Louge Uriarte, E., Livio, J., Pachian,i M., García, J.A., Morrell, E., Yavorsky, M., Verna, A., González Altamiranda, E., & Cantón, G. (2025a). Retrospective analysis of 50 postnatal BVDV outbreaks in cattle from Central Argentina: clinical, pathological, and epidemiological insights. Viruses 17:1359.

Sosa, E., Fiorentino, A., Casamayouret, N., Lázaro, F., Cruz, M., García, O., Mujica, A., Malena, R., Mendez, A., Scioli, V., Morrell, E., & Cantón, G. (2022). Análisis retrospectivo de casos de salmonelosis septicémica en bovinos en INTA Balcarce desde 2001 a 2022. 45° Congreso Argentino de Producción Animal. Virtual.

Sosa, E., Urtizbiria, F., Lobo, J., Acuña, Y., Mujica, A., Fernández, E., & Cantón. G. (2021). Hipomagnesemia en bovinos jóvenes: análisis retrospectivo de los casos registrados en INTA Balcarce entre 1998 y 2021. 44° Congreso Argentino de Producción Animal. Virtual.

Sosa, E., Azaldegui, I., Barale, J., Sainz Rozas, H., Scioli, M., Poo, J., Lauro, A., Ovelar, F., Pachiani, M., García, J.A., & Cantón, G. (2025b). Nitrate and nitrite acute poisoning in feedlot cattle caused by ingestion of Portulaca oleracea. Tropical Animal Health and Production 57:299.

Tettamanti, A., Livio, J., Millan Rustichelli, G.., Micheloud, J., Cantón, G., Poo, J., Lauro, A., & García, J.A. (2025a). Suspected primary photosensitisation in cattle grazing red clover (*Trifolium pratense*). New Zealand Veterinary Journal 73:296-301.

Tettamanti, A., Cantón, G. Sosa, E., Morrell, E., Scioli, V., Balbuena, D., & García, J. (2025b). Monensin intoxication due to intraruminal boluses in beef cattle: retrospective analysis of 7 outbreaks. Brazilian Journal of Veterinary Medicine 47:e006525.

Urtizbiría, F., Lobo, J., Morrell, E., Depetris, G., Montiel, D., & Cantón, G. (2020). Timpanismo en novillos pastoreando nabo forrajero en la provincia de Buenos Aires. Comunicación. 43° Congreso Argentino de Produccion Animal. Virtual.

Urtizbiría, F., Odriozola, E., Lobo, J., Poo, J., Tapia, O., & Cantón, G. (2020). Intoxicación con monensina

en bovinos: análisis de la casuística registrada por INTA Balcarce entre 1997 y 2018. 43° Congreso Argentino de Produccion Animal. Virtual.

Vilatuña, E., Lázaro, F., Marrón, Y., Fiorentino, A., Verna, A., & Cantón, G. (2024). Brote de conjuntivitis y rinitis por herpesvirus bovino en terneros de recría. XXIV Jornada Científico Técnica de la Asociación Argentina de Veterinarios de Laboratorios de Diagnóstico (AAVLD). Mar del Plata, Argentina.

Vilatuña, E., Cantón, G., Ovelar, F., Morrell, E., Lloberas, M., & García, J. (2026). Bovine coccidiosis: Retrospective study in Central Argentina. Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports 67:101410.

CRIPTOSPORIDIOSIS Y SU CONTROL INTEGRAL EN TERNEROS

Dra. Sonia Vázquez Flores MVZ MPVM PhD

Profesora Emérita, Tecnológico de Monterrey, México
sonia.vazquez.flores@gmail.com

1 – RESUMEN

La criptosporidiosis bovina es una de las principales causas de diarrea neonatal en terneros y representa un problema importante para la salud animal, la producción y la salud pública. En bovinos jóvenes, *Cryptosporidium parvum* es la especie más relevante por su asociación con diarrea, su resistencia ambiental y su potencial zoonótico, mientras que otras especies se observan con mayor frecuencia en animales de mayor edad. La infección suele presentarse durante las primeras dos semanas de vida y frecuentemente ocurre en coinfección con otros enteropatógenos, lo que incrementa la severidad clínica y sus efectos sobre el desempeño productivo.

El diagnóstico depende de la edad del animal, de la eliminación intermitente de ooquistes y del método diagnóstico utilizado. Las pruebas de campo permiten una detección inicial, mientras que la PCR continúa siendo el método de referencia para la identificación de especies y los estudios epidemiológicos. Además, la infección se ha asociado con alteraciones en la microbiota intestinal, lo que contribuye a la susceptibilidad clínica. El control se basa principalmente en bioseguridad, manejo del periparto y terapia de sostén. Aunque los criptosporidicidas pueden reducir la contaminación ambiental, los criptosporidiostatos han demostrado mayor utilidad clínica al disminuir los signos digestivos y respiratorios y reducir la pérdida de peso en los terneros afectados.

2 – ABSTRACT

Bovine cryptosporidiosis is one of the leading causes of neonatal diarrhea in calves and represents an important concern for animal health, livestock productivity, and public health. In young cattle, *Cryptosporidium parvum* is the most relevant species because of its association with diarrhea, environmental resistance, and zoonotic potential, whereas other species are more frequently detected in older animals. Infection typically occurs during the first two weeks of life and often appears in coinfection with other enteropathogens, increasing clinical severity and negatively affecting productive performance.

Diagnosis depends on the age of the animal, intermittent oocyst shedding, and the diagnostic method employed. Field tests are useful for initial detection, whereas PCR remains the reference method for species identification and epidemiological studies. Recent research has highlighted the interaction between *Cryptosporidium* and the intestinal microbiota, as infection is associated with dysbiosis and increased clinical susceptibility. Control strategies rely mainly on biosecurity measures, periparturient management, and supportive therapy. While cryptosporidicidal agents may reduce environmental contamination, cryptosporidiostatic drugs have shown greater clinical value by reducing digestive and respiratory signs and limiting weight loss in affected calves.

PALABRAS CLAVE

Criptosporidiosis bovina; *Cryptosporidium parvum*; diarrea neonatal; terneros; microbiota intestinal; impacto económico; zoonosis; bioseguridad.

3 – INTRODUCCIÓN

La criptosporidiosis bovina es una enfermedad entérica de distribución mundial y constituye uno de los componentes más importantes del complejo de diarrea neonatal del ternero. Su relevancia clínica radica no solo en la elevada frecuencia con la que afecta a los bovinos jóvenes, sino también en su impacto sobre la absorción intestinal, el crecimiento, la supervivencia neonatal y la contaminación ambiental (Checkley et al., 2015; Thomson et al., 2017). En la práctica clínica y productiva, el mayor peso epidemiológico recae en *Cryptosporidium parvum*, especie predominante en terneros neonatos y de particular interés por su potencial zoonótico (Santín y Trout, 2007; Thomson et al., 2017).

En bovinos también se han descrito *C. bovis*, *C. ryanae* y *C. andersoni*, cuya presentación suele asociarse con animales de mayor edad y con infecciones subclínicas o cuadros entéricos menos severos (Maddox-Hyttel et al., 2006; Santín y Trout, 2007; Shaw et al., 2021). La distribución etaria de estas especies, junto con la elevada resistencia ambiental de los ooquistes y su baja dosis infectante, contribuye a la persistencia del parásito en las unidades de producción y dificulta su control efectivo (Checkley et al., 2015; Zambriski et al., 2013).

La presentación clínica, la contaminación perinatal al momento del parto, el diagnóstico y la asociación de

Cryptosporidium spp. con otros enteropatógenos en becerras y bovinos en distintas etapas productivas constituyen un proceso dinámico que debe evaluarse de manera específica en cada sistema de producción para identificar factores de riesgo y reducir la probabilidad de transmisión (Vázquez-Flores et al., 2018). En años recientes, además, el interés científico se ha ampliado hacia la interacción del parásito con la microbiota intestinal, el impacto económico asociado y el papel de los terneros como reservorios zoonóticos dentro del enfoque de Una Salud (Charania et al., 2020; Caffarena et al., 2020; Bessegatto et al., 2024; Buchanan et al., 2025)

4 – DESARROLLO

4.1. Epidemiología y presentación clínica

La criptosporidiosis bovina afecta principalmente a terneros menores de un mes de edad, con mayor frecuencia durante la primera y segunda semanas de vida. La transmisión ocurre fundamentalmente por vía fecal-oral y se facilita por la baja dosis infectante, la elevada excreción de ooquistes y la notable resistencia ambiental del parásito (Checkley et al., 2015; Thomson et al., 2017; Zambriski et al., 2013). Estas características explican su persistencia en maternidades, corrales, utensilios de alimentación y fuentes de agua.

En el contexto mexicano, Vázquez-Flores y cols., documentaron, en 410 casos de diarrea clínica procedentes de 17 estados productores de leche, una prevalencia de 68.1 % de *Cryptosporidium spp.*, con un periodo de mayor presentación entre los 8 y 14 días de edad, frecuentemente asociado con *Escherichia coli* K99/F5, rotavirus y coronavirus (Vázquez-Flores et al., 2018). Asimismo, la distribución de enteropatógenos en diferentes etapas productivas confirmó la presencia de *Cryptosporidium spp.* en bovinos lactantes y su coexistencia con *Giardia spp.* y *Eimeria spp.* (Vázquez-Flores et al., 2014).

La enfermedad puede presentarse como infección única o en coinfección con otros enteropatógenos. Las asociaciones con rotavirus, coronavirus y *Escherichia coli* enterotoxigénica son particularmente relevantes, ya que incrementan la gravedad clínica, la pérdida de líquidos y la complejidad terapéutica del cuadro entérico neonatal (Thomson et al., 2017; Brainard et al., 2020). Clínicamente predominan diarrea, deshidratación, depresión, anorexia y malabsorción, con secuelas que pueden extenderse más allá del episodio agudo (Foster y Smith, 2009; Shaw et al., 2020).

En Uruguay, Caffarena et al. (2020) evaluaron terneros lecheros en 29 establecimientos distribuidos en siete departamentos y detectaron *Cryptosporidium spp.* en el 100 % de los predios incluidos. La positividad fue de 69.7 % en terneros con diarrea y de 27.7 % en terneros sin signos clínicos, estimándose que los animales infectados presentaban aproximadamente seis veces mayor probabilidad de desarrollar diarrea. La tipificación molecular identificó siete subtipos de *C. parvum*, varios de ellos descritos también en humanos, lo que refuerza la importancia zoonótica del problema. Además, los establecimientos positivos se localizaron en proximidad a fuentes de agua superficiales, lo que sugiere que los terneros lecheros pueden actuar como reservorios de subtipos zoonóticos y contribuir a la contaminación ambiental (Caffarena et al., 2020; Caffarena, 2021).

En Argentina, Lombardelli et al. (2019) analizaron 1,073 muestras fecales provenientes de 54 hatos lecheros intensivos del centro del país y confirmaron una elevada circulación de *C. parvum* en terneros, además de realizar subtipificación del gen GP60 en animales diarreicos. Estos estudios han señalado a la criptosporidiosis como una causa importante de diarrea neonatal y pérdidas productivas, especialmente en sistemas intensivos con elevada humedad y alta carga infecciosa (de Alba, 2021).

En Chile, estudios realizados en terneros diarreicos de lecherías de Valdivia reportaron altas frecuencias de infección y resaltaron la utilidad comparativa de diferentes métodos diagnósticos y del análisis geoespacial para comprender la circulación del parásito a nivel predial (Muñoz et al., 2014). Posteriormente, se documentó la detección de múltiples subtipos de *C. parvum* en un solo ternero en Chile central, lo que sugiere una complejidad epidemiológica mayor a la asumida en infecciones monovariante (Mercado et al., 2015).

4.2. Detección y diagnóstico de *Cryptosporidium spp.*

La identificación de *Cryptosporidium spp.* depende de factores como la edad del animal, la eliminación de ooquistes en heces y el método diagnóstico utilizado. En terneras, la detección más eficiente suele realizarse entre los 6 y 15 días de vida mediante pruebas de inmunodiagnóstico in situ. La tinción ácido-resistente en muestras fecales permite una detección visual adecuada; sin embargo, presenta una sensibilidad aproximada de 70–80 % y no permite cuantificar los ooquistes (Fayer et al., 2000; Checkley et al., 2015).

La cuantificación puede realizarse mediante técnicas de flotación en gradiente con concentración de ooquistes a partir de muestras fecales filtradas, seguida de su con-

teo en cámara de Neubauer (Faubert y Litvinsky, 2000). Estudios longitudinales han demostrado que la eliminación fecal es mayor durante las primeras semanas de vida y disminuye progresivamente con la edad, aunque puede persistir de manera intermitente. Thomson reportó una prevalencia acumulada del 100 % mediante muestreo repetido, con una eficiencia de detección por concentración de ooquistes del 62 % desde la primera semana hasta los 12 meses de vida, disminuyendo a 12.5 % al año de edad (Thomson, 2016; Shaw et al., 2021).

Debido a que la eliminación de ooquistes no ocurre de forma diaria, se recomienda realizar al menos tres muestreos semanales cuando exista sospecha clínica, ya que un resultado negativo puede corresponder a un falso negativo. En bovinos adultos generalmente no se observan signos clínicos; sin embargo, el periodo de periparto representa el momento más adecuado para detectar la presencia del parásito mediante técnicas de concentración con centrifugación (O'Handley et al., 2019; Faubert y Litvinsky, 2000; Vázquez-Flores, 2003). No obstante, la PCR continúa siendo el método diagnóstico de referencia cuando se requiere identificar especie, subtipo o riesgo zoonótico, así como para validar otras pruebas diagnósticas en función de la prevalencia (Checkley et al., 2015; Karakavuk et al., 2024).

4.3. Microbiota intestinal y fisiopatología

La interacción entre *Cryptosporidium spp.* y la microbiota intestinal constituye una de las áreas emergentes más relevantes en la investigación actual. Las alteraciones en la comunidad microbiana intestinal pueden influir tanto en la susceptibilidad como en la severidad de la enfermedad. Charania et al. (2020) demostraron en modelos experimentales que las variaciones en la microbiota intestinal se correlacionan con diferencias en susceptibilidad y carga infecciosa.

Posteriormente, estudios realizados en becerras lecheras brasileñas evidenciaron que la infección durante el primer mes de vida se asocia con alteraciones en la trayectoria normal de maduración de la microbiota intestinal, lo que respalda la hipótesis de que la disbiosis forma parte integral de la fisiopatología de la criptosporidiosis neonatal (Bessegatto et al., 2024).

En becerros neonatos también se han observado diferencias en diversidad alfa y composición bacteriana entre animales infectados con diarrea y animales infectados sin manifestación clínica, lo que sugiere que la severidad del cuadro no depende exclusivamente de la presencia del parásito, sino también del equilibrio ecológico de la comunidad intestinal y de la integridad de la barrera mucosa (Morita et al., 2024). Esta perspectiva contribuye a explicar por qué algunos animales desarrollan cuadros clínicos más severos o presentan periodos de recuperación más prolongados.

4.4. Terapéutica

La diarrea es la manifestación clínica más evidente de la criptosporidiosis, incluso en terneros con adecuada inmunidad pasiva. No debe suspenderse la ingesta de leche, ya que el protozoario tiende a causar cuadros más graves en animales malnutridos; por ello, es esencial evitar el balance energético negativo. Además de mantener la alimentación láctea, debe iniciarse de inmediato la reposición de electrolitos, primero por vía oral y, conforme aumenta la deshidratación, por vía parenteral. Debido al daño en las microvellosidades intestinales, pueden emplearse protectores de mucosa como caolín o aluminosilicatos. No se recomienda el uso de antibióticos orales, pues estos pueden agravar la disbiosis de la microbiota intestinal y favorecer una presentación clínica más severa de *Cryptosporidium* spp. (Charania et al., 2020; Smith, 2009). Después de más de tres décadas de investigación y de casi un millar de compuestos evaluados, únicamente unos pocos productos han sido aceptados para uso en animales, aunque no todos cuentan con registro sanitario universal (Silverlås et al., 2009; Brainard et al., 2020).

El lactato de halofuginone se utiliza principalmente como criptosporidiostato profiláctico desde el primer día de vida, más que como tratamiento de terneros con enfermedad establecida. Tratamientos de 7 a 10 días pueden generar citotoxicidad sobre enterocitos y, una vez suspendidos, la excreción de ooquistes puede incrementarse nuevamente sin una reducción clara de la manifestación clínica (Silverlås et al., 2009; Thomson et al., 2017). Algunos estudios reportaron beneficios parciales. La administración profiláctica de 120 µg/kg de peso del día 2 al 8 de vida, combinada con desinfección diaria con *p-chloro-m-cresol*, redujo la prevalencia a 10 % frente a 63 % del grupo testigo (Keidel y Daugschies, 2013). En Bélgica y Holanda, la combinación de halofuginone, vacunación materna contra rotavirus y coronavirus, y una adecuada transferencia de inmunidad calostral redujo la frecuencia de diarrea, aunque no mostró diferencias importantes en duración del cuadro ni en mortalidad (Meganck et al., 2015). Sin embargo, otros trabajos no encontraron diferencias significativas entre grupos tratados y placebo respecto a diarrea o excreción de ooquistes (Almawly et al., 2013). Sus principales limitaciones son la toxicidad potencial, la necesidad de dosificación preci-

sa en función del peso vivo y la contraindicación en terneros deshidratados o inapetentes. Los signos de toxicidad incluyen diarrea, heces con sangre, inapetencia, deshidratación y letargia, lo que puede dificultar la distinción clínica con la propia enfermedad (Silverlås et al., 2009; Innes y Wright, 2008).

La paromomicina es un aminoglucósido derivado de *Streptomyces rimosus* var. *paromomycinus* que actúa sobre el sitio aminoacil del ARNt del ribosoma 30S del merozoíto, impidiendo la continuación de su ciclo biológico (Davidson et al., 2009; Griffiths et al., 1998). La evidencia disponible sugiere un efecto parcial de control sobre *Cryptosporidium spp.*, especialmente cuando se administra de forma profiláctica. En infecciones mixtas con rotavirus se ha observado reducción de la prevalencia de *Cryptosporidium spp.* con dosis de 50 mg/kg de peso administradas en leche del segundo al séptimo día de vida, aunque sin efectos importantes sobre el rotavirus (Barberio et al., 2012). Otros estudios compararon dosis de 50 mg/kg y 25 mg/kg y documentaron una mayor eficacia con la dosis más alta (Masood et al., 2013). También se ha observado que la reducción del tránsito intestinal con loperamida puede aumentar la efectividad terapéutica de la paromomicina (Randhawa et al., 2012).

La paromomicina presenta además actividad contra *Giardia* spp., con reducciones importantes en la eliminación de trofozoítos cuando se administra a dosis de 25–50 mg/kg durante cinco días (Geurden et al., 2006). No obstante, puede asociarse con bruxismo, anorexia, nefrotoxicidad y ototoxicidad, por lo que el tratamiento no debe prolongarse más de siete días, pese a que su absorción al torrente sanguíneo es menos del 5% (Dinler y Ulutas, 2017; Noah Compendium, 2021). Se realizaron ensayos de campo con 120 terneras neonatas en tres lecherías de México para evaluar estrategias de control de *Cryptosporidium* spp. antes de su manifestación clínica durante la segunda semana de vida. Los tratamientos comparados fueron control, nitazoxanida, lactato de halofuginona y sulfato de paromomicina (50 mg/kg por 7 días). Se registraron diarrea, excreción de ooquistes, peso y altura corporal. Los resultados mostraron que el sulfato de paromomicina redujo significativamente la eliminación de ooquistes y la incidencia de diarrea durante el pico de criptosporidiosis. Además, los terneros tratados presentaron mayor ganancia de peso y altura en comparación con los otros tratamientos. En conjunto, los resultados indican que el uso metafiláctico de paromomicina, junto con adecuada inmunidad pasiva, altos planos de alimentación láctea y manejo sanitario, puede contribuir a un mejor control de la criptosporidiosis y a un mejor desempeño productivo en terneros neonatos (Vázquez Flores et al., 2022; Vázquez Flores et al, 2025).

El decoquinato no ha demostrado utilidad en el control de la criptosporidiosis, ya que no reduce la excreción de ooquistes ni mejora las manifestaciones clínicas, tanto en esquemas terapéuticos como profilácticos (Moore et al., 2003; Dinler y Ulutas, 2017; Brainard et al., 2020). Esto se debe a que su mecanismo de acción se dirige a la mitocondria de coccidias como *Eimeria spp.*; sin embargo, *Cryptosporidium spp.* carece de mitocondria funcional y presenta un organelo rudimentario (mitosol), por lo que el sitio farmacológico de acción no está presente (Noack et al., 2019).

5 – CONSIDERACIONES FINALES

Impacto económico

El impacto económico de la criptosporidiosis es considerable y suele subestimarse, ya que no depende exclusivamente de la mortalidad. Incluye costos asociados a tratamientos, electrolitos, mano de obra adicional, reducción de la ganancia de peso, retraso en el crecimiento y menor desempeño productivo posterior. Shaw et al. (2020) documentaron efectos prolongados de la criptosporidiosis clínica neonatal sobre la producción. En un estudio multicéntrico realizado en Bélgica, Francia y los Países Bajos, Roblin et al. (2023) estimaron un costo promedio de 38.82 euros por ternero considerando la proporción de animales infectados dentro de la cohorte nacida. De manera complementaria, Buchanan et al. (2025) señalaron que el costo real de la enfermedad puede ser considerablemente mayor cuando se integran las consecuencias clínicas y productivas a largo plazo, se considera un costo de $230 USD por ternera tomando en cuenta las pérdidas por producción láctea en su vida productiva (Burger et al., 2025).

La criptosporidiosis bovina continúa siendo una de las enteropatías más relevantes del periodo neonatal en bovinos, debido a su elevada frecuencia, su impacto en la salud y productividad de los terneros y su potencial zoonótico. La alta resistencia ambiental de los ooquistes, la baja dosis infectante y la frecuente coinfección con otros enteropatógenos explican la persistencia del parásito en los sistemas de producción. El diagnóstico oportuno, basado en la combinación de métodos de campo y herramientas moleculares, es fundamental para comprender su epidemiología y establecer medidas de control. La evidencia reciente resalta además el papel de la microbiota intestinal en la fisiopatología de la enfermedad. Aunque las opciones farmacológicas disponibles presentan efica-

cia parcial, el control efectivo de la criptosporidiosis depende principalmente de un enfoque integral que incluya bioseguridad, manejo adecuado del periparto, transferencia eficiente de inmunidad pasiva, nutrición adecuada y tratamiento oportuno. Bajo estas condiciones, es posible reducir la expresión clínica de la enfermedad, disminuir la contaminación ambiental y mejorar el desempeño productivo de los terneros.

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almawly, J., Prattley, D., French, N. P., Lopez-Villalobos, N., Hedgespeth, B., & Grinberg, A. (2013). Utility of halofuginone lactate for the prevention of natural cryptosporidiosis of calves, in the presence of co-infection with rotavirus and *Salmonella Typhimurium*. *Veterinary Parasitology, 197*(1–2), 59–67.

Barberio, A., et al. (2012). [Referencia citada en el texto sobre uso profiláctico de paromomicina en infección mixta con rotavirus].

Bessegatto, J. A., Costa, M., et al. (2024). Development of the intestinal microbiota of dairy calves and changes associated with *Cryptosporidium spp.* infection in Brazil. *Microorganisms, 12*, 1744.

Brainard, J., Hammer, C. C., Tyler, K., & Hunter, P. R. (2020). Efficacy of non-halofuginone-based strategies to prevent or treat cryptosporidiosis in bovine calves: A systematic review.

Buchanan, R., et al. (2025). Global prevalence of *Cryptosporidium* infections in cattle. *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases*.

Burger. B.,Vertenten, G.,Hogeveen, H. Cost assessment of cryptosporidiosis in dairy cattle, (2025) Memorias del European Buiatric Congress 2025, Nantes, Francia pp 148.

Caffarena, R. D. (2021). Criptosporidiosis: una enfermedad zoonótica poco estudiada en Uruguay.

Caffarena, R. D., Meireles, M. V., Carrasco-Letelier, L., Picasso-Risso, C., Santana, B. N., Riet-Correa, F., & Giannitti, F. (2020). Dairy calves in Uruguay are reservoirs of zoonotic subtypes of *Cryptosporidium parvum* and pose a potential risk of surface water contamination. *Frontiers in Veterinary Science, 7*, 562.

Charania, R., Wade, B., McNair, N., & Mead, J. (2020). Changes in the microbiome of *Cryptosporidium*-infected mice correlate to differences in susceptibility and infection levels. *Microorganisms, 8*, 879.

Checkley, W., White, A. C., Jaganath, D., et al. (2015). A review of the global burden, novel diagnostics, therapeutics, and vaccine targets for *Cryptosporidium*. *The Lancet Infectious Diseases, 15*(1), 85–94.

Davidson, R. N., den Boer, M., & Ritmeijer, K. (2009). Paromomycin. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 103*, 653–660.

de Alba, P. (2021). Situación epidemiológica de la criptosporidiosis bovina en Argentina.

Dinler, C., & Ulutas, B. (2017). Cryptosporidiosis in ruminants: update and current therapeutic approaches. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences, 12*(3), 96–103.

Faubert, G. M., & Litvinsky, Y. (2000). Natural transmission of *Cryptosporidium parvum* between dams and calves on a dairy farm. *Journal of Parasitology, 86*(3), 495–500.

Fayer, R., Trout, J. M., Graczyk, T. K., & Lewis, E. J. (2000). Prevalence of *Cryptosporidium*, *Giardia* and *Eimeria* infections in post-weaned and adult cattle on three Maryland farms. *Veterinary Parasitology, 93*, 103–112.

Foster, D. M., & Smith, G. W. (2009). Pathophysiology of diarrhea in calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 25*(1), 13–36.

García-Romo, D., Cruz-Vázquez, C., Quezada-Tristán, T., Silva-Peña, E., Valdivia-Flores, A. G., Vázquez-Flores, S., & Ramos-Parra, M. (2014). Prevalencia y factores de riesgo asociados a la infección por *Cryptosporidium spp.* en becerras lactantes en Aguascalientes, México. *Veterinaria México*.

Geurden, T., Claerebout, E., Dursin, L., Deflandre, A., Bernay, F., Kaltsatos, V., & Vercruysse, J. (2006). The efficacy of an oral treatment with paromomycin against an experimental infection with *Giardia* in calves. *Veterinary Parasitology, 135*(3–4), 241–247.

Griffiths, J. K., Balakrishnan, R., Widmer, G., & Tzipori, S. (1998). Paromomycin and geneticin inhibit intracellular *Cryptosporidium parvum* without trafficking through the host cell cytoplasm: implications for drug delivery. *Infection and Immunity, 66*(8), 3874–3883.

Innes, E., & Wright, S. (2008). *Cryptosporidium and cryptosporidiosis*. The Moredun Foundation News Sheet, 4(10).

Karakavuk, M., et al. (2024). Development of a rapid colorimetric LAMP test for *Cryptosporidium* detection. *Parasitology Research*.

Keidel, J., & Daugschies, A. (2013). Integration of halofuginone lactate treatment and disinfection with *p-chloro-m-cresol* to control natural cryptosporidiosis in calves. *Veterinary Parasitology, 196*(3–4), 321–326.

Lombardelli, J. A., Tomazic, M. L., Schnittger, L., & Tiranti, K. I. (2019). Prevalence of *Cryptosporidium parvum* in dairy calves and GP60 subtyping of diarrheic calves in central Argentina. *Parasitology Research*.

Maddox-Hyttel, C., Langkjær, R. B., Enemark, H. L., & Vigre, H. (2006). *Cryptosporidium* and *Giardia* in different age groups of Danish cattle and pigs—occurrence and ma-

nagement associated risk factors. *Veterinary Parasitology, 141*(1–2), 48–59.

Masood, S., Maqbool, A., Khan, U. J., Chaudhry, Z. I., & Anjum, A. A. (2013). Anti-*Cryptosporidium* activity of albendazole, metronidazole and paromomycin in experimentally infected cattle. *Pakistan Journal of Zoology, 45*(4).

Meganck, V., Hoflack, G., Piepers, S., & Opsomer, G. (2015). Evaluation of a protocol to reduce the incidence of neonatal calf diarrhoea on dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine, 118*(1), 64–70.

Mercado, R., et al. (2015). Multiple *Cryptosporidium parvum* subtypes detected in a dairy calf from central Chile. *Parasitology Research*.

Moore, D. A., Atwill, E. R., Kirk, J. H., et al. (2003). Prophylactic use of decoquinate for infections with *Cryptosporidium parvum* in experimentally challenged neonatal calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 223*.

Morita, Y., et al. (2024). Analysis of gut microbiota with cryptosporidiosis based on fecal scores in neonatal calves. *Animal Microbiome*.

Muñoz, P., Mercado, R., Morales, G., Bravo, V., & Raffo, E. (2014). *Cryptosporidium spp.*: diagnóstico comparativo y distribución geoespacial en terneros diarreicos de lecherías de Valdivia, Chile.

Noack, S., Chapman, H. D., & Selzer, P. M. (2019). Anticoccidial drugs of the livestock industry. *Parasitology Research, 118*(7), 2009–2026.

Noah Compendium. (2021). Contraindicaciones del uso de sulfato de paromomicina.

O'Handley, R. M., Cockwill, C., McAllister, T. A., Jelinski, M., Morck, D. W., & Olson, M. E. (1999). Duration of naturally acquired giardiosis and cryptosporidiosis in dairy calves and their association with diarrhea. *Journal of the American Veterinary Medical Association, 214*(3), 391–396.

Randhawa, S. S., Randhawa, S. S., Zahid, U. N., Singla, L. D., & Juyal, P. D. (2012). Drug combination therapy in control of cryptosporidiosis in Ludhiana district of Punjab. *Journal of Parasitic Diseases, 36*(2), 269–272.

Roblin, M., et al. (2023). Study of the economic impact of cryptosporidiosis in calves after implementing good practices to manage the disease on dairy farms in Belgium, France and the Netherlands. *Veterinary and Animal Science*.

Santín, M., & Trout, J. (2007). Livestock. In R. Fayer & L. Xiao (Eds.), *Cryptosporidium and cryptosporidiosis*. CRC Press.

Shaw, H. J., Armstrong, C., Uttley, K., Morrison, L. J., Innes, E. A., & Katzer, F. (2021). Genetic diversity and shedding profiles for *Cryptosporidium parvum* in adult cattle and their calves. *Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases*, 100027.

Shaw, H. J., Innes, E. A., Morrison, L. J., Katzer, F., & Wells, B. (2020). Long-term production effects of clinical cryptosporidiosis in neonatal calves. *International Journal for Parasitology, 50*(5), 371–376.

Silverlås, C., Björkman, C., & Egenvall, A. (2009). Systematic review and meta-analyses of the effects of halofuginone against calf cryptosporidiosis. *Preventive Veterinary Medicine, 91*(2–4), 73–84.

Smith, G. W. (2009). Treatment of calf diarrhea: oral fluid therapy. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 25*(1), 55–72.

Thomson, S. (2016). *Cryptosporidiosis in farm livestock* (PhD thesis). University of Glasgow.

Thomson, S., Hamilton, C. A., Hope, J. C., Katzer, F., Mabbott, N. A., Morrison, L. J., & Innes, E. A. (2017). Bovine cryptosporidiosis: impact, host-parasite interaction and control strategies. *Veterinary Research, 48*, 15.

Vázquez-Flores, S. (2003). *Diferenciación de Cryptosporidium spp. en ganado bovino mediante diagnóstico morfológico, genético e inmunológico en ocho estados de la República Mexicana* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco y Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia.

Vázquez-Flores, S., Rojas-López, L., Maycotte-Cervantes, D., & de la Torre, D. (2014). Distribution of enteric parasites in dairy and beef cattle in different production stages. A study from 2008 to 2013 in the main cattle states of México. *World Buiatrics Congress*.

Vázquez-Flores, S., Guerrero, V., & Vertenten, G. (2018). Distribution of *E. coli* K99, rotavirus, coronavirus and *Cryptosporidium spp.* in calves with diarrhea from 17 regions of Mexico. *30th World Buiatrics Congress*, Sapporo, Japón.

Vázquez-Flores, S., Segura, C., Barberi, C., Sánchez, F., & Galicia, O. 2022. *Paromomycin sulfate as metaphylactic treatment for Cryptosporidium spp. control in neonatal calves, comparing two rearing systems.* Proceedings of the American Dairy Science Association Annual Meeting (ADSA).

Vázquez-Flores, S., Sánchez, F., Esteves-Lopes, R., Nevov, V. Paromomycin Sulfate as a Metaphylactic Treatment for Cryptosporidiosis Control in Newborn Dairy Calves (2025). European Buiatrics Congress. Nantes France

Zambriski, J. A., Nydam, D. V., Wilcox, Z. J., Bowman, D. D., Mohammed, H. O., & Liotta, J. L. (2013). *Cryptosporidium parvum*: determination of ID50 and the dose-response relationship in experimentally challenged dairy calves. *Veterinary Parasitology, 197*, 104–112.

NEOSPOROSIS BOVINA: una propuesta de medidas para su control en el rebaño.

Ortega-Mora, L.M.*; Regidor-Cerrillo, J.; Collantes-Fernández, E.; Álvarez-García, G.

SALUVET, Dpto. de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, España.
*luis.ortega@ucm.es

1 – RESUMEN

La neosporosis bovina es una de las principales causas de fallo reproductivo de etiología transmisible en el ganado bovino de leche y de carne en todo el planeta. En las cuatro últimas décadas se han estudiado aspectos importantes del agente etiológico y de la enfermedad como su ciclo biológico, los modos de transmisión y diversos factores dependientes del parásito y del hospedador que influyen en la patogenia y el desenlace clínico del proceso.

Actualmente, se dispone de herramientas diagnósticas de gran sensibilidad y especificidad que permiten estudiar con precisión la dinámica de la infección y su impacto productivo en la granja. Sin embargo, a pesar de la relevancia económica del proceso, no existen fármacos o vacunas registrados.

En esta ponencia se presenta un plan estratégico de medidas que han demostrado su eficacia en aquellas zonas donde se han desarrollado programas de control frente a la neosporosis basadas en el diagnóstico serológico y en la bioseguridad. Mirando al futuro inmediato, se presentarán los datos de seguridad, inmunogenicidad y eficacia de una nueva vacuna DIVA frente a la neosporosis bovina que se propone como herramienta complementaria a las medidas anteriormente citadas, siempre teniendo en cuenta el binomio coste-beneficio.

2 – SUMMARY

Bovine neosporosis is one of the leading causes of infectious reproductive failure in dairy and beef cattle worldwide. Over the past four decades, important aspects of the etiologic agent and the disease have been elucidated, including its life cycle, modes of transmission, and various parasite- and host-dependent factors that influence the pathogenesis and the clinical outcome.

Currently, highly sensitive and specific diagnostic tools are available that allow for target study of the infection dynamics and its impact on farm production. However, despite the economic significance of the disease, there are no registered drugs or vaccines.

This presentation outlines a strategic plan of measures that have proven effective in areas where neosporosis control programs have been implemented based on serological diagnosis and biosecurity measures. Looking to the near future, data on the safety, immunogenicity, and efficacy of a new vaccine, DIVA, against bovine neosporosis will be presented. This vaccine is proposed as a complementary tool to the aforementioned measures, always considering the cost-benefit ratio.

PALABRAS CLAVE: Neosporosis bovina, programa de control, vacuna DIVA

3 – INTRODUCCIÓN

La neosporosis bovina, una enfermedad parasitaria causada por *Neospora caninum*, se describió por primera vez como causa de aborto en 1989 en Nuevo México (EE. UU.). En los casi 40 años transcurridos desde entonces ha pasado a ser considerada como una de las principales causas diagnosticadas de aborto en el ganado bovino en todo el mundo. Clínicamente, se caracteriza por producir muerte fetal, desde los 2 meses de gestación hasta el final de esta, aunque la mayor parte de los abortos tienen lugar durante el segundo trimestre. Ocasionalmente, puede dar lugar al nacimiento de terneros débiles con signos clínicos neuromusculares (ataxia, hiperextensión de las extremidades, exoftalmia, etc.). En los últimos años, su importancia como agente causante de fallo reproductivo en el ganado ovino y caprino se ha incrementado sobre todo en rebaños con manejo intensivo.

A pesar del gran impacto económico de la enfermedad en las granjas infectadas, no existen, por el momento, vacunas o fármacos registrados frente a la misma. El control se basa en la puesta en marcha de medidas de bioseguridad apropiadas, la utilización racional de las herramientas diagnósticas y el manejo estratégico de los animales infectados con el fin de reducir tanto la transmisión de la infección como su efecto en las producciones.

4 – DESARROLLO

Un breve recordatorio del agente etiológico, su biología y su transmisión

Neospora caninum es un protista intracelular obligado perteneciente al infrafilo Apicomplexa, cuyo hospedador intermediario son los cánidos (perro, dingo, coyote y lobo), siendo el ganado vacuno el principal hospedador intermediario. El parásito también se ha aislado de otros ungulados domésticos y silvestres como la oveja, el bisonte europeo, el búfalo de agua, el venado de cola blanca y el ciervo Sika. Además, se ha detectado la presencia del parásito mediante técnicas moleculares o inmunohistoquímica en la cabra, la llama, la alpaca, el ciervo de Eld, el ciervo mular, el gamo, el kudú, y el rinoceronte.

En *N. caninum* se han descrito tres estadios parasitarios infectantes (figura 1):

- Esporozoíto: esta fase infectante se encuentra dentro del ooquiste esporulado (12 x 11 µm) que contiene dos esporoquistes con cuatro esporozoítos en su interior cada uno.
- Taquizoíto: es un estadio de multiplicación rápida en diversos tipos celulares del hospedador intermediario, causando destrucción tisular e inflamación. Esta presente durante la fase aguda de la infección.
- Bradizoíto: es un estadio de replicación lenta que se encuentra dentro de los quistes tisulares del parásito (5-107 µm de diámetro) en el sistema nervioso central y en el tejido muscular. La formación de este estadio intraquístico permite al parásito evadir la respuesta inmunitaria del hospedador, instaurándose en el ganado vacuno una infección crónica duradera en el tiempo.

El ciclo biológico de *N. caninum* es heteroxeno facultativo, siendo los perros y el ganado bovino sus principales hospedadores definitivos e intermedios, respectivamente (figura 1). El perro se infecta al consumir tejidos contaminados con el parásito, principalmente quistes tisulares con bradizoítos. La reproducción sexual ocurre, exclusivamente, en el hospedador definitivo, eliminándose al ambiente los ooquistes no esporulados con las heces. Una vez en el ambiente y bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad, los ooquistes no esporulados experimentan la esporogonia y se vuelven infectantes. El ganado vacuno ingiere los ooquistes esporulados con el alimento o el agua contaminados. En el intestino delgado se liberan los esporozoítos, transformándose en taquizoítos que se diseminan, invaden y multiplican asexualmente en diversos tipos de células durante la fase aguda de la infección. Si la vaca está gestante, los taquizoítos pueden alcanzar la placenta y llegar al feto. Cuando el animal desarrolla una respuesta inmunitaria frente al parásito, la mayoría de los taquizoítos son eliminados, pero algunos se diferencian en bradizoítos que se desarrollan en el interior de los quistes tisulares durante la fase crónica de la

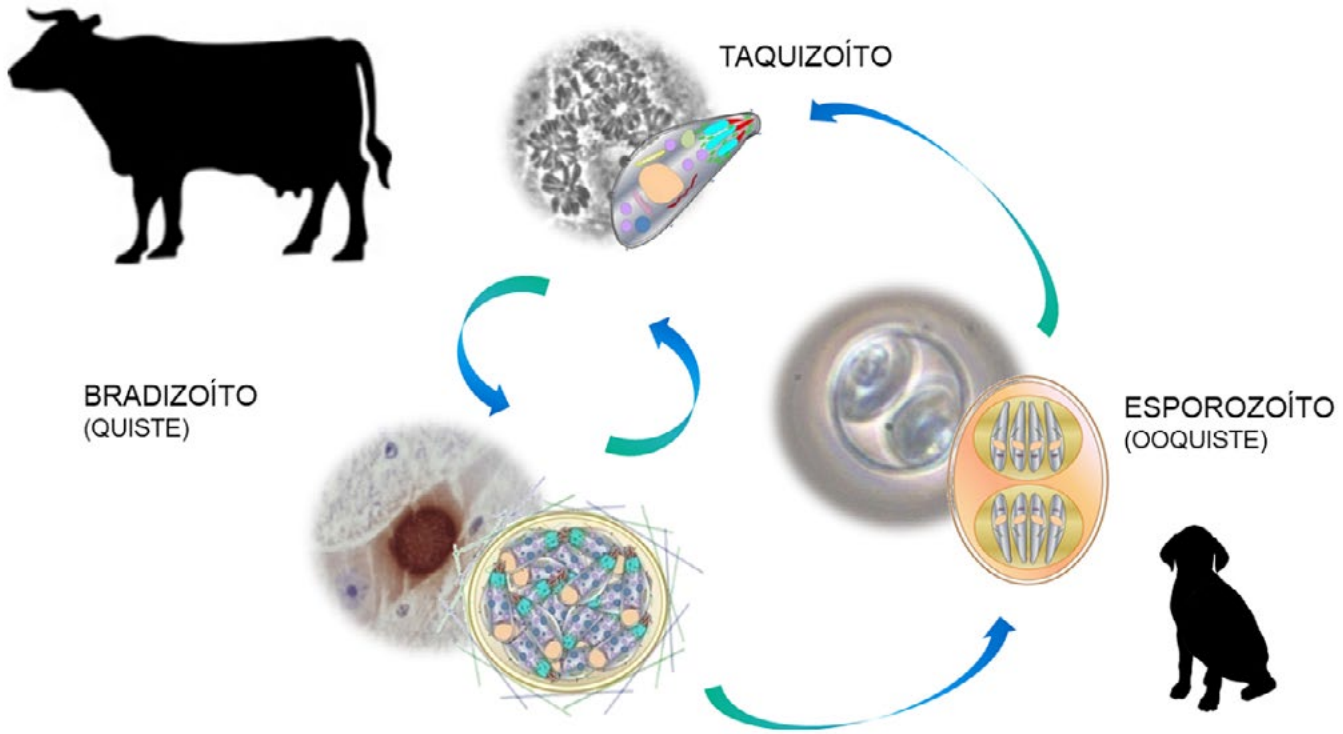


Figura 1. Ciclo biológico y estadios infectantes de *Neospora caninum*

infección. A lo largo de la gestación, estos quistes pueden reactivarse y transformarse en taquizoítos.

En el ganado bovino, la infección por *N. caninum* puede transmitirse de diferentes modos (figura 2):

- La transmisión horizontal (postnatal) ocurre cuando el ganado ingiere agua o alimento contaminado con ooquistes esporulados que fueron eliminados con las heces de los cánidos infectados.

- La transmisión vertical (transplacentaria) implica el paso del parásito de la madre al feto durante la gestación.

Existen dos tipos distintos de transmisión vertical, según el origen de la infección en la madre:

- La transmisión transplacentaria exógena (TTEx) ocurre cuando una vaca se infecta por primera vez al ingerir ooquistes esporulados durante la gestación. La infección recién adquirida puede atravesar la placenta e infectar al feto. La TTEx se asocia con un patrón de aborto epidémico en los rebaños bovinos.
- La transmisión transplacentaria endógena (TTEn) se produce en vacas con infección crónica, que portan quistes tisulares con bradizoítos. Durante la gestación, la infección puede reactivarse, transmitiendo el parásito al feto. Este modo de transmisión es muy eficiente y desempeña un papel crucial en el mantenimiento del parásito dentro del rebaño a lo largo de varias generaciones, ya que las vacas con infección crónica pueden transmitir la infección a su descendencia durante gestaciones sucesivas. La TTEn se asocia con un patrón endémico de abortos en los rebaños bovinos.

Entender los modos de transmisión de la infección es fundamental para comprender su dinámica en la granja y como primer paso, para diseñar un programa de control. A continuación, se señalan algunos puntos clave a este respecto:

- Las tasas de TTEn en ganado de leche varían entre el 41 % y el 86 % con un promedio del 62%, aunque pueden alcanzar el 90-95%.
- El riesgo de aborto en animales seropositivos puede ser tan alto como el 44%. Una pequeña proporción (<5%) de las vacas puede sufrir abortos repetidos debido a la neosporosis.
- Existe diferencias en la tasa de aborto de acuerdo con el número de lactaciones en el ganado de leche, con alrededor de un 15 % de aborto estimado en novillas seropositivas y alrededor de un 20 % de aborto en vacas seropositivas de primera lactación.
- Las tasas de TTEx exógena fueron evaluadas en diferentes estudios y varían entre 29,4-85%, similar a lo observado en TTEn.
- La tasa de aborto epidémico ha sido estimada entre el 13,4-43% de los animales infectados postnatalmente (aproximadamente el 30% de media).
- En ganado de leche en Uruguay se han considera-

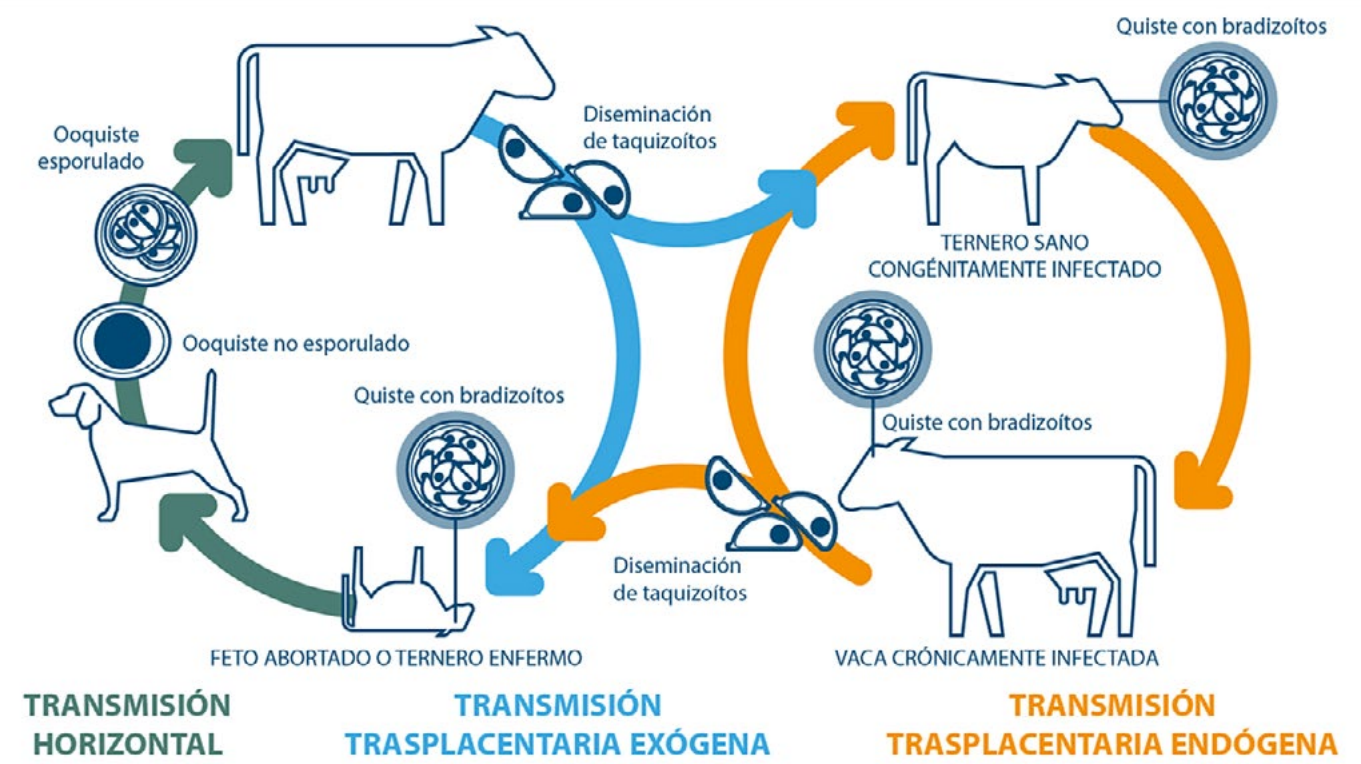


Figura 2. Modos de transmisión de la infección por *Neospora caninum*

do porcentajes de transmisión horizontal del 10% y tasa de aborto en seropositivas del 35 %.

El impacto de la neosporosis en la producción bovina

La neosporosis bovina tiene una presencia y distribución mundial y la prevalencia depende de factores como la región y la edad, y varía entre el ganado de leche y de carne. En una revisión de los datos publicados entre 1994-2018, la seroprevalencia global en el bovino se situó en el 20%. La distribución por continentes de mayor a menor es la siguiente: 24 % (19-29) en Norteamérica y América Central; 24% (20–28) en Suramérica; 18% (14–21) en Asia, 15% (12–18) en Europa, 13% (11–16) en Africa y 8% (4–14) en Oceanía. En el Uruguay en el periodo 2006-2011 se han descrito seroprevalencias entre el 13,5-28,8%.

Recientemente, en un metaanálisis que analizó la prevalencia de los principales agentes infecciosos implicados en el aborto bovino a nivel mundial, *N. caninum* fue el agente infeccioso detectado con mayor frecuencia, con una prevalencia del 22,2%. Además, se confirmó que *N. caninum* fue la causa del aborto en el 16,7% de los 6.769 especímenes analizados. El impacto del aborto por neosporosis en todo el mundo se ha estimado entre 1.000-2.400 millones de dólares americanos (US$) anuales. En concreto, se han estimado más de 800 millones de US$ por año como pérdidas en la industria lechera. En Uruguay las pérdidas económicas directas derivadas del aborto por neosporosis en el sector lácteo primario a nivel nacional se estimaron recientemente en 11.865.995 US$ al año. La pérdida económica promedio por aborto debido a neosporosis fue de US$ 868 (rango: 605–1.162) si la vaca que abortó permaneció en el rebaño sin abortos adicionales durante su vida productiva, y de US$ 1.866 (rango: 782–2.825) si la vaca fue sacrificada después del aborto. Las pérdidas individuales variaron según la etapa de gestación y la edad de la vaca que abortó, siendo el peor escenario un aborto tardío en novillas primíparas.

Las pérdidas económicas asociadas a la neosporosis se deben principalmente al aborto, pero también deben considerarse otros efectos indirectos, como el aumento del intervalo entre partos, la reducción de la producción de leche o la pérdida de valor de los animales debido al sacrificio prematuro.

Neospora caninum no es un agente zoonósico. Si bien se han detectado bajos niveles de anticuerpos en humanos, no se ha demostrado la presencia de ADN de *N. caninum* ni el parásito en sus tejidos.

Componentes de los programas de control

Consideraciones iniciales

Las estrategias para controlar la neosporosis deben diseñarse a medida para cada zona geográfica y para cada granja por lo que es prudente estudiar con detalle la epidemiología local de la neosporosis antes de iniciar un programa de control.

Para ello, es importante tener en cuenta las siguientes cuestiones:

1) *Ausencia de fármacos y vacunas*

A pesar de la relevancia económica de la enfermedad no existen fármacos o vacunas registradas que permitan disminuir el impacto del aborto o reducir la transmisión de la infección.

2) *Entender los factores de riesgo de la infección y del aborto*

A continuación, se resumen algunos de los factores asociados a la infección por *N. caninum* en el ganado bovino que deben considerarse a la hora de poner en marcha el programa de control. Estos se han categorizado según su origen: factores relacionados con el vacuno, factores relacionados con el parásito y factores relacionados con las condiciones ambientales y las prácticas de manejo.

Factores relacionados con el bovino:

- Raza: ciertas razas bovinas pueden ser más susceptibles a la infección por *N. caninum*, probablemente debido a variaciones en las prácticas de manejo.
- Edad: el riesgo de seroconversión aumenta con la edad debido a la naturaleza de la transmisión horizontal.

Factores relacionados con el parásito:

- Aislado del parásito: distintos aislados pueden presentar una gran variabilidad en su virulencia y en su capacidad de transmisión.

Condiciones ambientales y prácticas de manejo:

- Presencia de hospedadores definitivos. Los perros y las especies de cánidos silvestres, como los coyotes, los lobos y los dingos, pueden contribuir a la contaminación ambiental, aumentando el riesgo de transmisión horizontal.
- Higiene y bioseguridad en la granja. Las malas prác-

ticas de higiene y saneamiento aumentan el riesgo de infección por *N. caninum*. La limpieza y desinfección periódicas de las instalaciones, la eliminación adecuada de fetos abortados y placentas, y el control de la presencia de perros y fauna silvestre en las granjas son medidas preventivas fundamentales.

- Otros factores: el clima y la geografía, el origen, la forma de almacenamiento y el manejo del alimento, la reposición del ganado y el movimiento de animales también influyen en la seroprevalencia de *N. caninum*.

Los principales factores de riesgo asociados al aborto por *N. caninum* son:

- La seropositividad: las vacas seropositivas tienen un mayor riesgo de sufrir un aborto, riesgo que aumenta con el título de anticuerpos. Lo mismo sucede con la posibilidad de transmisión vertical de la infección.
- Los antecedentes reproductivos: las vacas infectadas con antecedentes de abortos previos tienen un mayor riesgo de sufrir un aborto posterior.
- La alimentación: el forraje de mala calidad o el ensilaje mohoso se han relacionado con brotes epidémicos de aborto por reactivación de la infección en animales crónicamente infectados.
- El aislado del parásito: existen grandes diferencias en la virulencia de los diferentes aislamientos y en su capacidad para producir el aborto.

3) *El diagnóstico como primer paso del control*

El éxito de cualquier programa de control depende de la precisión de las herramientas diagnósticas y de la correcta interpretación de los resultados en el contexto de la explotación. La detección de anticuerpos específicos mediante técnicas inmunológicas es el pilar del diagnóstico *in vivo*. El ELISA indirecto es la técnica de elección para estudios de prevalencia a gran escala y monitorización de leche de tanque. El análisis de leche de tanque es especialmente útil como cribado inicial y para realizar la vigilancia en granjas que pongan en marcha el programa de control. Una reacción positiva indica generalmente una prevalencia en el rebaño superior al 10%.

Como parte del diagnóstico en rebaños con problemas de aborto (>5%) se pueden recoger muestras de suero de todas las vacas que abortan y de un número igual de animales con gestación normal (generalmente ≥10 por grupo). Dos muestras de sangre tomadas en un intervalo de 15 a 20 días también pueden ser útiles para demostrar la seroconversión o un aumento del título de anticuerpos, ya que tras un aborto se produce un incremento en los niveles de anticuerpos. El suero se clasifica según la presencia de anticuerpos específicos para evaluar la asociación entre la infección por *N. caninum* y el aborto, calculando la razón de probabilidades (OR). Si la mayoría de las vacas que abortan son seropositivas y la OR es mayor que 2, se debe sospechar de neosporosis como causa del aborto en el rebaño. La causa del aborto debe confirmarse mediante el diagnóstico de la infección por *N. caninum* en fetos abortados basado en la detección en tejidos diana (cotiledones, cerebro, corazón e hígado) de lesiones compatibles y del ADN del parásito mediante pruebas de PCR específicas.

El siguiente paso consiste en conocer el principal modo de transmisión de la infección en el rebaño para adecuar las medidas del plan control. En este caso, la prueba ELISA de avidez permite diferenciar los rebaños con transmisión posnatal (anticuerpos de baja avidez) de aquellos con infección crónica (anticuerpos de alta avidez). Un estudio serológico en los diferentes grupos de edad y la relación entre la seropositividad de las madres y su descendencia también resulta de gran utilidad.

Finalmente, el cribado de los animales de reemplazo, excluyendo los seropositivos (posiblemente infectados congénitamente), mediante el análisis de muestras precalostrales o del suero de animales mayores de 6 meses permite ir reduciendo la tasa de seropositivos en el rebaño.

Propuesta de un programa de control

A continuación, se resumen las principales medidas a considerar en los programas de control en explotaciones infectadas (neosporosis endémica-figura 3; neosporosis epidémica-figura 4) y en explotaciones libres (figura 5).

El programa de control de la neosporosis bovina se estructura en tres fases lógicas diseñadas para evaluar, intervenir y monitorizar su progreso en la granja (figura 6):

- Fase 1: diagnóstico de la situación (meses 1-3). En esta etapa inicial se realiza un cribado serológico completo de todo el rebaño reproductor, incluyendo vacas y novillas próximas al primer servicio. El objetivo es identificar la magnitud del problema, determinar cuáles son los animales positivos y detectar si existen grupos de edad con mayor prevalencia, lo que podría indicar una infección horizontal reciente.
- Fase 2: clasificación y medidas inmediatas (Meses 3-12): Los animales se dividen en tres categorías con manejos específicos:

- Animales negativos: se protegen mediante medidas estrictas de bioseguridad y control de perros.

- Animales positivos sin aborto: se mantienen en producción, pero se marcan para estudiar por serología su posible reposición. En ganaderías de leche se recomienda la inseminación con semen de razas cárnicas para reducir el riesgo de aborto.

- Animales positivos con historial de aborto: se consideran de alto riesgo y su eliminación de la granja es prioritaria una vez finalizada su lactación. Si el brote de aborto ha sido debido a una transmisión horizontal esta última consideración debe ser tenida en cuenta con cautela ya que el riesgo de reactivación de la infección, de transmisión vertical en sucesivas gestaciones y de aborto

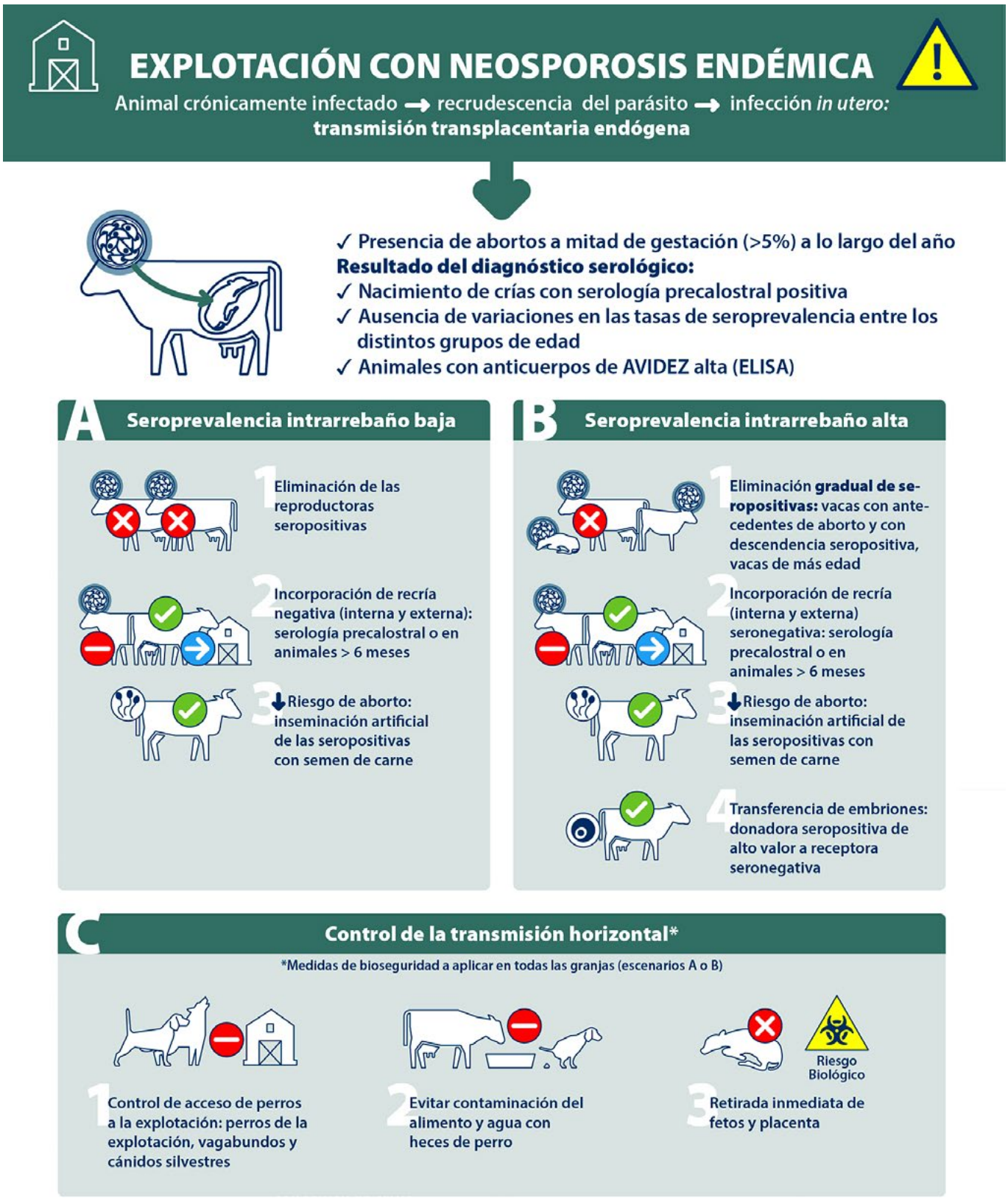


Figura 3. Medidas de control en granjas con neosporosis endémica (https://somosrumis.es/enf-parasitarias).

es mucho menor.

- Fase 3: consolidación y vigilancia (años 2-5). Dado que la reducción de la prevalencia es un proceso lento, esta fase se extiende por varios años aplicando rigurosamente la política de analizar toda la recría de madres positivas. Durante este tiempo, es fundamental analizar todos los abortos que ocurran para detectar posibles fallos en la bioseguridad o la reintroducción del parásito por compras externas.

El ejemplo del programa de control de la neosporosis en Galicia (España)

Desde finales de la década de 1990, se han desarrollado programas de control a nivel regional y de explotación en diferentes países europeos. Dada la ausencia de tratamientos y vacunas eficaces, las estrategias para controlar la infección se han basado en minimizar la transmisión vertical y horizontal mediante las siguientes medidas: i) en rebaños libres de *N. caninum*, la prevención de la introducción de la infección mediante medidas de bioseguridad estándar; ii) en rebaños infectados con *N. caninum*, las medidas se han basado en disminuir la transmisión vertical en el rebaño mediante la reducción del número de bovinos seropositivos y/o la disminución del riesgo de transmisión horizontal de *N. caninum*, principalmente controlando la población de cánidos como fuente de contaminación por ooquistes.

En Galicia, partiendo en el 2004 de una seropositividad de rebaño del 85,1% e individual del 23,8%, en el 2025 se ha conseguido reducir la seroprevalencia de re-

Figura 4. Medidas de control en granjas con neosporosis epidémica (https://somosrumis.es/enf-parasitarias).

baño al 27% y la individual al 4,5%. El foco del programa ha estado en: i) serología de las entradas; ii) serología en novillas entre 9 y 36 meses y en animales abortados; y iii) evitar la recría de animales seropositivos. Obviamente, esto se ha traducido en la consiguiente disminución de los casos de aborto debidos a la neosporosis y, por tanto, del impacto económico de la enfermedad en estas explotaciones.

La vacunación como herramienta complementaria en los programas de control.

Diferentes modelos predictivos del impacto económico de la neosporosis han señalado a la vacunación como la herramienta más efectiva y económica para su control en rebaños de alta seroprevalencia (≥ 20 %) y, con una estrategia combinada con el cribado serológico, para aquellos rebaños de baja seroprevalencia (≈ 10 %). Tomando como datos de referencia los recientemente publicados Uruguay, con una seroprevalencia media del 22,2 % y una tasa de aborto del 15 % en seropositivas, el coste económico derivado del aborto en 100 animales alcanzaría entre los 2.890,4 y 6.213,8 $US sin tener en cuenta los costes indirectos. En este contexto, una vacuna que protegiera al menos frente al 50% de las pérdidas reproductivas debidas a la enfermedad sería, sin duda, una herramienta económicamente viable.

Los requerimientos idealmente exigibles a esta vacuna incluirían:

I. Buena seguridad, sin efectos adversos generales ni locales y sin afectar la producción o la reproducción.
II. Adecuada inmunogenicidad, capaz de inducir tanto una respuesta inmunitaria humoral como celular

Figura 5. Medidas de bioseguridad en granjas libres de neosporosis (https://somosrumis.es/enf-parasitarias).

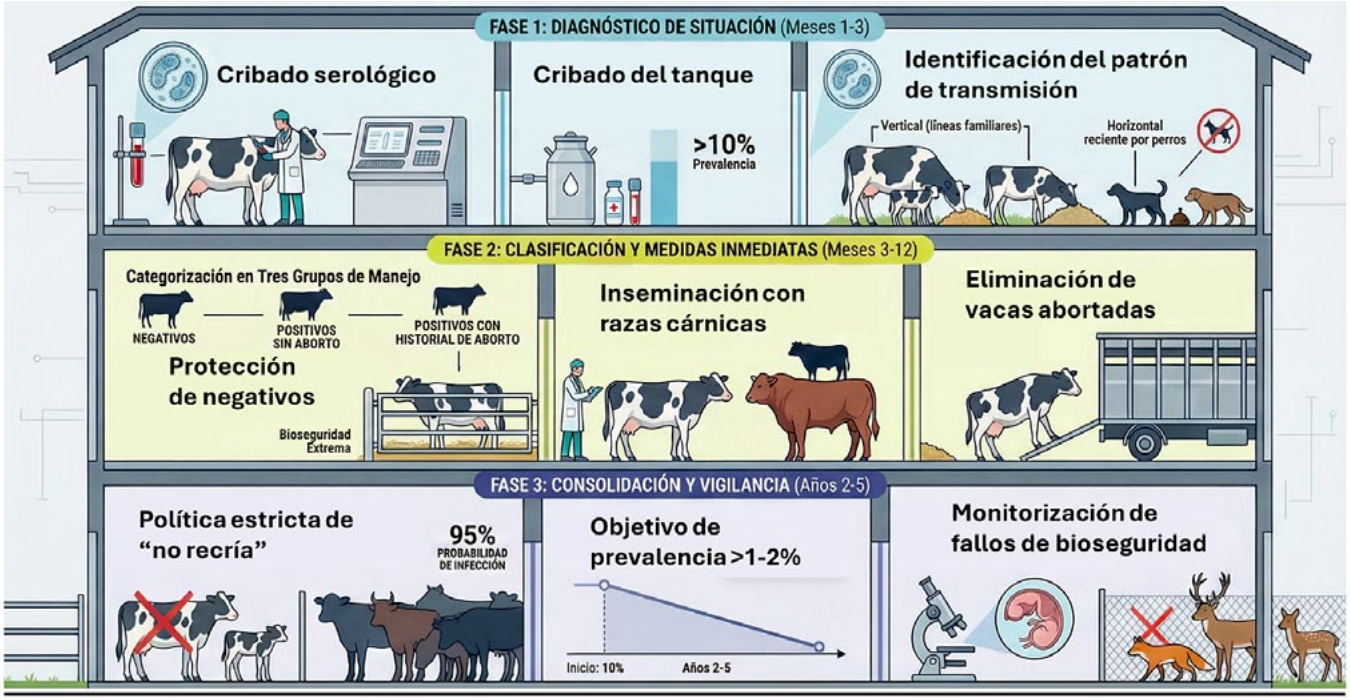


Figura 6. Fases temporales en el programa de control de la neosporosis bovina.

equilibradas y de larga duración.

III. Eficacia, con protección frente al aborto debido tanto a ExTT como a EnTT.
IV. Compatible con las herramientas serológicas de diagnóstico (vacuna DIVA).
V. Bajo coste de producción; económicamente viable, estable con amplia caducidad, fácil conservación y distribución.

Una nueva vacuna inactivada DIVA basada en un extracto del taquizoíto enriquecido en proteínas de membrana, obtenido mediante métodos fisicoquímicos y formulado con una saponina de *Quillaja saponaria* (Quil-A®) ha sido evaluada frente al aborto con resultados prometedores (PCT/EP2016/076137 "*Neospora* vaccine composition"). La vacuna demostró ser segura tanto en los modelos murinos como en los modelos rumiantes, incluyendo ovinos y bovinos, induciendo únicamente un aumento transitorio de la temperatura corporal y reacciones locales leves. Sin consecuencias sobre la gestación. Tras la inmunización se obtuvieron respuestas inmunitarias tanto humorales (IgG) como celulares (IFN-γ) específicas en todas las especies, indicando la inducción de una respuesta adaptativa caracterizada por un perfil predominante Th1. En el modelo murino gestante se observó una protección eficaz de la transmisión vertical (oscilando entre el 70 y el 90%). Esta tasa de protección no se había alcanzado hasta ahora con otras vacunas inactivadas ni con antígenos recombinantes, y fue similar a la protección obtenida con una vacuna viva basada en un aislado de baja virulencia. En un modelo ovino gestante, la vacunación redujo significativamente las pérdidas reproductivas, aumentando la tasa de gestaciones viables (> 37,5%) y el número de corderos viables nacidos (> 30%). La protección fue comparable a una reducción de 1.000 a 10.000 veces en la dosis de desafío. Finalmente, las pruebas en un modelo bovino gestante indicaron una protección parcial frente al fallo reproductivo asociado a la infección. Esta vacuna también cumple con criterios críticos como ser una vacuna inactivada y DIVA lo que posibilita su uso como herramienta complementaria en los programas de control tradicionales.

5 – CONCLUSIONES

- La neosporosis bovina tiene un impacto económico alto en las granjas bovinas del Cono Sur debido a la prevalencia de la infección y al coste del fallo reproductivo asociado.
- Los programas de control basados en el diagnóstico, el manejo de la infección y la puesta en marcha de medidas de bioseguridad contribuyen a disminuir la prevalencia y por tanto el impacto de la enfermedad. Su aplicación requiere tiempo y constancia, pero no evita la aparición de brotes de transmisión horizontal en algunos casos.
- El desarrollo de una vacuna segura que reduzca los abortos y que sea DIVA, puede ser una herramienta muy útil teniendo en cuenta el binomio coste-beneficio y que debe incluirse como otra herramienta com-

plementaria en los programas de control.

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almería, S., & López-Gatius, F. (2013). Bovine neosporosis: clinical and practical aspects. Research in veterinary science, 95(2), 303–309. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.04.008.

Carrillo Parraguez, M., Ponssa, E., Caffarena, D., Artagaveytia, J., Sotelo, F., Fariña, S., Mendoza, A., & Giannitti, F. (2025). Estimation of direct economic and productive losses due to abortions caused by *Neospora caninum* in the primary dairy sector of Uruguay. Frontiers in veterinary science, 12, 1502742. https://doi.org/10.3389/fvets.

Collantes-Fernández, E., Horcajo, P., Ortega-Mora, L.M. (2025). Neosporosis in Cattle. In: Simões, J. (eds) Encyclopedia of Livestock Medicine for Large Animal and Poultry Production. Springer, Cham.

Dubey, J. P., Schares, G., & Ortega-Mora, L. M. (2007). Epidemiology and control of neosporosis and *Neospora caninum*. Clinical microbiology reviews, 20(2), 323–367. https://doi.org/10.1128/CMR.00031-06.

Hecker, Y. P., González-Ortega, S., Cano, S., Ortega-Mora, L. M., & Horcajo, P. (2023). Bovine infectious abortion: a systematic review and meta-analysis. Frontiers in veterinary science, 10, 1249410. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1249410.

Liu, Y., Reichel, M. P., & Lo, W. C. (2020). Combined control evaluation for *Neospora caninum* infection in dairy: Economic point of view coupled with population dynamics. Veterinary parasitology, 277, 108967. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.108967.

McAllister M. M. (2016). Diagnosis and Control of Bovine Neosporosis. The Veterinary clinics of North America. Food animal practice, 32(2), 443–463. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.012.

Ortega-Mora, L.M. Neosporosis in Cattle - Reproductive System - Merck Veterinary Manual, fecha de acceso: abril 4, 2026, https://www.merckvetmanual.com/reproductive-system/neosporosis-in-cattle.

Reichel, M. P., Alejandra Ayanegui-Alcérreca, M., Gondim, L. F., & Ellis, J. T. (2013). What is the global economic impact of *Neospora caninum* in cattle - the billion-dollar question. International journal for parasitology, 43(2), 133–142. https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2012.10.022.

Reichel, M. P., McAllister, M. M., Pomroy, W. E., Campero, C., Ortega-Mora, L. M., & Ellis, J. T. (2014). Control options for *Neospora caninum*--is there anything new or are we going backwards? Parasitology, 141(11), 1455–1470. https://doi.org/10.1017/S0031182014000158.

Thurmond, M. C., & Hietala, S. K. (1997). Effect of congenitally acquired *Neospora caninum* infection on risk of abortion and subsequent abortions in dairy cattle. American journal of veterinary research, 58(12), 1381–1385.

NEOSPOROSIS BOVINA: desde la biología de *Neospora caninum* hasta el control de la enfermedad en rodeos en Uruguay

Andrés Cabrera*

Laboratorio Interacciones Hospedero-Patógeno, Institut Pasteur de Montevideo
Unidad Académica de Parasitología y Micología, Instituto de Higiene, Facultad de Medicina, Universidad de la República
*cabrera@pasteur.edu.uy

1 – RESUMEN

Neospora caninum es un protozoario intracelular del filo Apicomplexa, principal causante de abortos en bovinos y responsable de grandes pérdidas económicas a nivel mundial. Su ciclo involucra a perros (hospederos definitivos), que eliminan ooquistes al ambiente, y a bovinos (hospederos intermediarios), donde el parásito causa una fase aguda y luego una infección crónica en tejidos. Además, tiene la capacidad de manipular células del hospedero para sobrevivir y persistir. En Uruguay, la neosporosis es una enfermedad endémica desde al menos 1997, con alta seroprevalencia en bovinos y perros. Se estima que una proporción importante de los abortos bovinos se debe a este parásito. La infección está ampliamente distribuida en todo el país y se mantiene tanto por transmisión vertical como horizontal, con un rol clave de los perros en su propagación. Estudios recientes han caracterizado genéticamente cepas uruguayas del parásito, mostrando diversidad y posibles múltiples orígenes. Estas cepas presentan baja virulencia en comparación con otras de referencia, pero diferencias biológicas relevantes que aportan información sobre su epidemiología. En cuanto al diagnóstico, se desarrolló un test ELISA basado en cepas locales, con buena sensibilidad y especificidad, comparable a kits comerciales. También se avanzó en el estudio de proteínas del parásito para mejorar herramientas diagnósticas. Respecto a la prevención, se desarrolló una vacuna experimental que demostró ser eficaz en modelos animales, reduciendo la infección y los abortos, lo que la posiciona como una estrategia prometedora. Finalmente, desde 2015 Uruguay ha consolidado un esfuerzo científico interdisciplinario que ha fortalecido la investigación, formación de recursos humanos y desarrollo de tecnologías para el estudio, diagnóstico y control de esta enfermedad

2 – Neosporosis bovina: *Neospora caninum,* un parásito con ciclo biológico complejo.

El ciclo biológico de *Neospora caninum*

Neospora caninum es un protozoario intracelular obligado perteneciente al filo Apicomplexa, estrechamente relacionado con *Toxoplasma gondii*. Fue descrito por primera vez en 1989 como el principal agente causal de abortos en bovinos (Dubey et al., 2007). Desde entonces, se ha consolidado como un problema sanitario de relevancia mundial y regional, generando importantes pérdidas económicas en la producción ganadera, lo que ha llevado a denominar a la neosporosis como “la enfermedad del billón de dólares”(Reichel et al., 2013). Su ciclo biológico es complejo e involucra múltiples hospederos. Los hospederos definitivos son los cánidos, principalmente el perro, que eliminan ooquistes al ambiente a través de

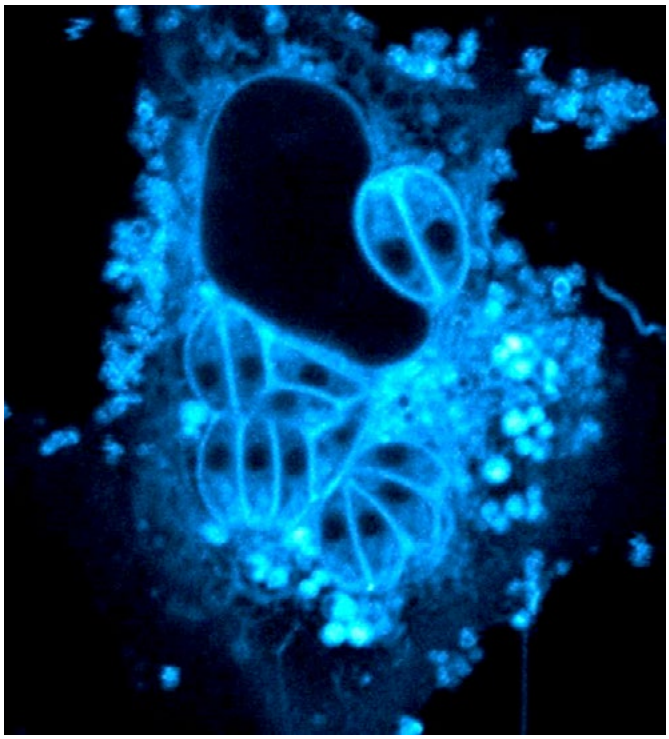


Figura 1. *Neospora caninum* infectando una célula de mamífero.

sus heces, constituyendo la principal fuente de infección. Estos ooquistes son ingeridos por los hospederos intermediarios, principalmente ungulados, en particular, bovinos (Dubey, 2003). En los hospederos intermediarios, la infección presenta una fase aguda caracterizada por la rápida multiplicación del parásito en su forma de taquizoíto, con diseminación a diversos tejidos y destrucción celular. Posteriormente, en respuesta a la activación del sistema inmune, el parásito se diferencia a bradizoíto y se localiza en tejidos inmunoprivilegiados, como el músculo y el sistema nervioso central, donde forma quistes tisulares y establece una infección crónica (Dubey, 2003). A nivel celular, *N. caninum* presenta una notable capacidad para explotar los recursos del hospedero, secuestrando organelos como mitocondrias y utilizando lípidos celulares para la formación de nuevas membranas. Asimismo, es capaz de modular la respuesta inmune del hospedero, favoreciendo su persistencia. Estas alteraciones en la maquinaria celular contribuyen significativamente a la patogenia de la infección Figura 1 (Díaz et al., 2025; Nolan et al., 2015).

3 – Neosporosis bovina en Uruguay: una infección endémica con impacto sostenido

La evidencia de la circulación de Neospora caninum en Uruguay se remonta a 1997, cuando se detectaron anticuerpos en perros mediante inmunofluorescencia indirecta (IFI), con una seroprevalencia del 20% (Barber et al., 1997). Posteriormente, el parásito fue identificado en fetos bovinos abortados y, en 2004, se reportaron los primeros estudios en ganado bovino, evidenciando una alta seroprevalencia (60%) y una asociación significativa con abortos, además de su confirmación por inmunohistoquímica (Bañales et al., 2006). Estudios posteriores mostraron variaciones según el sistema productivo, con prevalencias cercanas al 14% en ganado de carne y al 22% en lechería, donde todos los establecimientos presentaron al menos un animal infectado (Piaggio, 2006). En perros, se registró una seroprevalencia del 41%, sin correlación con la infección en bovinos, y se estimó que aproximadamente un tercio de los abortos bovinos diagnosticados eran atribuibles a este parásito. En 2011, estudios en sistemas lecheros del centro del país reportaron una seroprevalencia del 28%, lo que confirma su amplia distribución (Furtado et al., 2011). Investigaciones más recientes basadas en detección molecular indican que, entre 2015 y 2018, el 29% de los fetos bovinos abortados por causas infecciosas remitidos a INIA-LE correspondieron a *N. caninum* (Macías-Rioseco et al., 2020). Asimismo, estudios epidemiológicos actuales confirman que la enfermedad continúa siendo endémica en Uruguay, con niveles de seroprevalencia similares a los descritos previamente, presencia del parásito en la totalidad de los establecimientos y mantenimiento de la infección tanto por transmisión vertical como horizontal (Macchi et al., 2020). En este contexto, se ha observado una asociación entre mayores niveles de seroprevalencia y la presencia creciente de perros en los predios, reforzando su rol en la dinámica de transmisión. Finalmente, estudios recientes en perros de la ciudad de Montevideo reportan seroprevalencias de hasta 48%, consideradas elevadas, lo que refuerza la importancia epidemiológica de esta especie en el mantenimiento del ciclo del parásito (Satragno et al., 2020). Un último trabajo estima que las pérdidas en el sector lechero por este parásito son de unos 12 millones de dólares (Carrillo Parraguez et al., 2025).

4 – Diversidad genética y variabilidad fenotípica de cepas uruguayas de *Neospora caninum*

Con el objetivo de profundizar en la epidemiología de este parásito, desarrollamos herramientas moleculares para caracterizar genéticamente las cepas circulantes de *Neospora caninum* en Uruguay. Un análisis global de la diversidad genética, basado en esquemas de tipificación que permiten discriminar seis grupos principales, reveló que tres de las cuatro cepas uruguayas se agrupan estrechamente con aislamientos regionales de Argentina y Brasil, mientras que la restante se ubica en un clúster genético independiente, sugiriendo múltiples orígenes para las cepas locales tanto en sistemas lecheros como de carne (Cabrera et al., 2019). En este contexto, logramos el aislamiento de cuatro cepas autóctonas, las cuales fueron caracterizadas genéticamente, evidenciando diferencias significativas entre ellas. La secuenciación genómica de una de estas cepas permitió, además, redefinir la organización cromosómica de la especie, demostrando que N. caninum posee 13 cromosomas, en contraste con los 14 previamente descritos (Berná et al., 2021). Los aislamientos también fueron caracterizados fenotípicamente mediante cultivos celulares y modelos murinos. La obtención de estas cepas, provenientes de distintos orígenes (brotes de aborto y terneros congénitamente infectados y asintomáticos), permitió identificar variaciones en el comportamiento biológico y en perfiles de microsatélites (Cabrera et al., 2023). A partir de esta variabilidad, se evaluó si dichas diferencias se traducían en cambios en virulencia, capacidad de invasión y transmisión vertical. Complementariamente, se realizaron análisis genómicos

y estudios comparativos de SNPs en los aislamientos NcURU. En conjunto, los resultados indican que estas cepas presentan baja virulencia y características fenotípicas distintivas respecto a cepas de referencia como Liverpool, aportando nuevos conocimientos sobre la diversidad genética y biológica de *N. caninum* en Uruguay (Cabrera et al., 2023).

5 – Desarrollo de herramientas para el diagnóstico y la prevención de la enfermedad

El diagnóstico de la neosporosis en sistemas de producción extensivos presenta importantes limitaciones, principalmente debido a la dificultad para recuperar fetos abortados. En este contexto, las técnicas serológicas indirectas constituyen una herramienta clave para establecer la asociación entre el aborto y Neospora caninum (Macías-Rioseco et al., 2020). A partir de la reciente caracterización de aislados autóctonos, desarrollamos un ELISA para el diagnóstico serológico de la neosporosis bovina, con el objetivo de reducir costos y mejorar la sensibilidad y la especificidad de la técnica. Tras el escalado del aislado Nc-Uru1, se optimizó un protocolo para la obtención de proteínas totales a partir de taquizoítos, utilizadas para la sensibilización de placas. El ensayo fue evaluado en un banco de 227 sueros provenientes de tambos con antecedentes de abortos, previamente caracterizados mediante cuatro kits comerciales, estableciéndose un punto de corte de 0,261, con una sensibilidad de 87,4% y una especificidad de 87,1%, resultados que fueron complementados por Western blot (da Silva Silveira et al., 2020). Paralelamente, se avanzó en el estudio de proteínas de superficie del parásito, como NcSAG1 y NcSRS2, producidas de forma recombinante en un sistema eucariota, las cuales fueron caracterizadas bioquímica y fisicoquímicamente (Echeverría et al., 2025). Los resultados preliminares indican que el ELISA desarrollado alcanza valores de sensibilidad y especificidad cercanos al 93%, comparables a los de los kits comerciales, posicionándose como una alternativa accesible para el diagnóstico serológico en Uruguay.

En el marco de estrategias de prevención, se ha avanzado, además, en el desarrollo de una vacuna experimental basada en los antígenos de superficie NcSAG1 y NcSRS2, expresados en células de *Drosophila melanogaster*. Estas proteínas fueron formuladas y evaluadas en modelos murinos de infección aguda y de transmisión vertical (Echeverría et al., 2025). En el modelo agudo, la vacuna demostró una protección eficaz frente a un desafío letal, mientras que en el modelo de transmisión vertical logró reducir significativamente la infección en la descendencia y prevenir el aborto en hembras gestantes, abordando directamente la principal consecuencia clínica de la enfermedad. Asimismo, el análisis transcriptómico de placentas de animales vacunados permitió identificar genes diferencialmente expresados y vías biológicas asociadas a la respuesta inmune y a la interacción hospedero–patógeno durante la gestación. En conjunto, estos resultados indican que la vacuna experimental es segura y presenta un perfil de eficacia prometedor, constituyendo una base sólida para el desarrollo de futuras estrategias inmunoprofilácticas contra la neosporosis bovina.

6 – Una década construyendo capacidades: ciencia, formación y cooperación en Uruguay

Desde 2015, Uruguay ha consolidado un núcleo interdisciplinario dedicado al estudio de *Neospora caninum*, abordando esta problemática desde múltiples enfoques. Este esfuerzo ha permitido no solo la generación de conocimiento científico, sino también la formación de recursos humanos especializados y el fortalecimiento de una red nacional de laboratorios con capacidades para investigar y enfrentar este patógeno. Este consorcio integra a la Universidad de la República —a través de las Facultades de Veterinaria y Medicina—, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca mediante DILAVE, el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) a través de su Plataforma de Salud Animal, el Instituto Pasteur de Montevideo (incluyendo el Laboratorio de Interacciones Hospedero-Patógeno y la Unidad Mixta INIA-Pasteur), el Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable y productores agropecuarios que se han sumado activamente a la iniciativa. La producción científica generada en este período ha sido destacada, con publicaciones de impacto a nivel internacional. Asimismo, este consorcio ha contribuido a la repatriación de científicos, la formación de recursos humanos mediante becas de maestría y doctorado, y la creación y fortalecimiento de nuevas capacidades, incluyendo el desarrollo de laboratorios enfocados en apicomplejos, así como de tecnologías aplicadas al diagnóstico y al control. Finalmente, queremos reconocer especialmente a quienes han sido pilares en este camino, como Franklin Riet-Correa y Otto Pritsch, cuyo legado continúa guiando este trabajo. Agradecemos también a las autoridades actuales de las instituciones participantes por su continuo apoyo, que permite sostener y proyectar esta línea de investigación estratégica para el país.

7 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bañales, P., Fernandez, L., Repiso, M. V., Gil, A., Dargatz, D. A., & Osawa, T. (2006). A nationwide survey on seroprevalence of Neospora caninum infection in beef cattle in Uruguay. *Veterinary Parasitology*, *139*(1-3), 15-20. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.03.004

Barber, J. S., Gasser, R. B., Ellis, J., Reichel, M. P., McMillan, D., & Trees, A. J. (1997). Prevalence of antibodies to Neospora caninum in different canid populations. *The Journal of Parasitology*, *83*(6), 1056-1058.

Berná, L., Marquez, P., Cabrera, A., Greif, G., Francia, M. E., & Robello, C. (2021). Reevaluation of the Toxoplasma gondii and Neospora caninum genomes reveals misassembly, karyotype differences, and chromosomal rearrangements. *Genome Research*, *31*(5), 823-833. https://doi.org/10.1101/gr.262832.120

Cabrera, A., Berná, L., López, L., Faral-Tello, P., Arevalo, A. P., Crispo, M., Francia, M. E., & Robello, C. (2023). New insights into phenotype and genotype relationships in Neospora caninum. *Frontiers in Veterinary Science*, *10*, 1214971. https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1214971

Cabrera, A., Fresia, P., Berná, L., Silveira, C., Macías-Rioseco, M., Arevalo, A. P., Crispo, M., Pritsch, O., Riet-Correa, F., Giannitti, F., Francia, M. E., & Robello, C. (2019). Isolation and molecular characterization of four novel Neospora caninum strains. *Parasitology Research*, *118*(12), 3535-3542. https://doi.org/10.1007/s00436-019-06474-9

Carrillo Parraguez, M., Ponssa, E., Caffarena, D., Artagaveytia, J., Sotelo, F., Fariña, S., Mendoza, A., & Giannitti, F. (2025). Estimation of direct economic and productive losses due to abortions caused by Neospora caninum in the primary dairy sector of Uruguay. *Frontiers in Veterinary Science*, *12*, 1502742. https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1502742

da Silva Silveira, C., Armendano, J. I., Moore, D. P., Cantón, G. J., Macías-Rioseco, M., Riet-Correa, F., & Giannitti, F. (2020). [A comparative study of commercial ELISAs for antibody detection in the diagnostic investigation of Neospora caninum-associated abortion in dairy cattle herds in Uruguay]. *Revista Argentina De Microbiologia*, *52*(2), 107-114. https://doi.org/10.1016/j.ram.2019.06.004

Díaz, M., Robello, C., Cabrera, A., & Malacrida, L. (2025). Modulation of host cell membrane biophysics dynamics by Neospora caninum: A study using LAURDAN fluorescence with hyperspectral imaging and phasor analysis. *Journal of Microscopy*. https://doi.org/10.1111/jmi.13395

Dubey, J. P. (2003). Review of Neospora caninum and neosporosis in animals. *The Korean Journal of Parasitology*, *41*(1), 1-16. https://doi.org/10.3347/kjp.2003.41.1.1

Dubey, J. P., Schares, G., & Ortega-Mora, L. M. (2007). Epidemiology and control of neosporosis and Neospora caninum. *Clinical Microbiology Reviews*, *20*(2), 323-367. https://doi.org/10.1128/CMR.00031-06

Echeverría, S., Carrión, F., Soñora, M., Cabrera, A., & Robello, C. (2025). Molecular characterization of Neospora caninum major antigens NcSAG1 and NcSRS2. *Royal Society Open Science*, *12*(8), 250239. https://doi.org/10.1098/rsos.250239

Furtado, A., Rosadilla, D., Cattáneo, M., Bermúdez, J., & Puentes, R. (2011). Ocorrência de anticorpos anti-Neospora caninum em pequenas propriedades leiteiras do Uruguai. *Ciência Rural*, *41*, 673-675. https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000035

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. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105022

Macías-Rioseco, M., Silveira, C., Fraga, M., Casaux, L., Cabrera, A., Francia, M. E., Robello, C., Maya, L., Zarantonelli, L., Suanes, A., Colina, R., Buschiazzo, A., Giannitti, F., & Riet-Correa, F. (2020). Causes of abortion in dairy cows in Uruguay. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, *40*, 325-332. https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6550

Nolan, S. J., Romano, J. D., Luechtefeld, T., & Coppens, I. (2015). Neospora caninum Recruits Host Cell Structures to Its Parasitophorous Vacuole and Salvages Lipids from Organelles. *Eukaryotic Cell*, *14*(5), 454-473. https://doi.org/10.1128/EC.00262-14

Piaggio, J. (2006). *Estudio transversal de neosporosis en la principal cuenca lechera del Uruguay*. https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/24137

Reichel, M. P., Alejandra Ayanegui-Alcérreca, M., Gondim, L. F. P., & Ellis, J. T. (2013). What is the global economic impact of Neospora caninum in cattle—The billion dollar question. *International Journal for Parasitology*, *43*(2), 133-142. https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2012.10.022

Satragno, D., Pavón-Rocha, A. J., Rábago-Castro, J. L., & la Cruz-Hernández, N. I. de. (2020). [High seroprevalence of Neospora caninum in dogs with clinical suspicion of neosporosis in Montevideo, Uruguay]. *Revista Argentina De Microbiologia*, *52*(2), 165-166. https://doi.org/10.1016/j.ram.2019.03.007

NEOSPOROSIS: abordaje serológico poblacional como herramienta diagnóstica de abortos bovinos

Caroline da Silva Silveira, MV, MSc, PhD

Plataforma de Investigación en Salud Animal (PSA), Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), La Estanzuela, Uruguay.
E-mail: cdasilvas@inia.org.uy

1 – RESUMEN

La neosporosis, causada por *Neospora caninum*, es una de las principales enfermedades responsable de aborto en bovinos, generando importantes pérdidas productivas y económicas en los sistemas ganaderos. En Uruguay, la elevada seroprevalencia y la amplia distribución del agente, junto con las limitantes para la recuperación de fetos abortados en condiciones de campo, dificultan la confirmación etiológica y la implementación de medidas de control específicas. En este contexto, el presente documento describe un abordaje serológico poblacional basado en un diseño epidemiológico de casos y controles, y en el uso de ensayos de ELISA comerciales, con el objetivo de contribuir a la investigación diagnóstica del aborto bovino asociado a *N. caninum*. Este enfoque permite evaluar la asociación entre la seropositividad y la ocurrencia de aborto mediante el cálculo de la razón de probabilidades (*Odds Ratio* -OR-), aportando una herramienta objetiva para la interpretación de resultados en condiciones de campo. Se describen los principales aspectos metodológicos, incluyendo la colecta de muestras, el procesamiento serológico y el análisis estadístico. Asimismo, se presentan resultados de cuatro tambos comerciales, donde se evidenció una asociación significativa entre seropositividad a *N. caninum* y aborto. En conjunto, este abordaje constituye una herramienta práctica, accesible y aplicable para veterinarios clínicos y laboratoristas, no solo para la aproximación diagnóstica en brotes de abortos, sino también para el monitoreo y el control de la enfermedad a nivel de rodeo.

PALABRAS CLAVES: aborto bovino; ELISA; serología; *Odds Ratio*; diagnóstico poblacional.

2 – SUMMARY

Neosporosis, caused by *Neospora caninum*, is one of the main diseases responsible for abortion in cattle, leading to significant productive and economic losses in livestock systems. In Uruguay, the high seroprevalence and widespread distribution of the agent, together with the limitations in recovering aborted fetuses under field conditions, hinder etiological confirmation and the implementation of specific control measures. In this context, the present document describes a population-based serological approach using a case–control epidemiological design and commercial ELISA assays, to contribute to the diagnostic investigation of bovine abortion associated with *N. caninum*. This approach allows the evaluation of the association between seropositivity and the occurrence of abortion through the calculation of the odds ratio (OR), providing an objective tool for interpreting results under field conditions. The main methodological aspects are described, including sample collection, serological processing, and statistical analysis. In addition, results from four commercial dairy herds are presented, where a significant association between *N. caninum* seropositivity and abortion was demonstrated. Overall, this approach constitutes a practical, accessible, and applicable tool for field veterinarians and laboratory diagnosticians, not only for diagnostic investigation in abortion outbreaks but also for monitoring and controlling the disease at the herd level.

KEYWORDS: Bovine abortion; ELISA; serology; Odds Ratio; population-based diagnosis.

3 – INTRODUCCIÓN

La neosporosis, causada por *Neospora caninum*, es reconocida como una de las principales enfermedades responsable de aborto en bovinos a nivel mundial y regional (Dubey & Schares, 2011; Macías-Rioseco et al., 2020). En Uruguay, donde los sistemas de producción bovina constituyen pilares fundamentales del sector agropecuario, las pérdidas reproductivas asociadas a esta enfermedad representan un problema sanitario y económico de relevancia.

En términos económicos, se ha estimado que la pérdida promedio por aborto por neosporosis alcanza los USD 868 (rango: USD 606–1163) cuando la vaca permanece en el rodeo sin presentar nuevos eventos de aborto a lo largo de su vida productiva. Este valor puede incrementarse hasta USD 1866 (rango: USD 782–2826) en aquellos casos en los que el animal es descartado inmediata-

mente tras el aborto (Carrillo et al., 2025). A nivel nacional esto se traduce en pérdidas económicas (lucro cesante) de USD 12 millones para los productores lecheros (sector primario), y de 62 millones de L de leche, que representa el 3,3% de la leche industrializada en el país anualmente /Carrillo et al., 2025). Esto refleja el significativo impacto económico de la enfermedad en la lechería nacional.

En Uruguay, la neosporosis presenta una amplia distribución geográfica, con prevalencias de anticuerpos anti-*N. caninum* en aproximadamente 96% de los tambos y una seroprevalencia individual promedio del 22,3 % (Macchi et al., 2020), lo que evidencia una dinámica de transmisión sostenida dentro de los rodeos.

Adicionalmente, el diagnóstico del aborto bovino presenta importantes limitantes estructurales y operativas. A pesar de los avances en las técnicas diagnósticas, la baja recuperación de fetos abortados en condiciones de campo ya sea por factores ambientales, depredación o demoras en la detección, dificulta la confirmación etiológica. Si bien el abordaje diagnóstico ideal se basa en el estudio anatomopatológico, microbiológico y molecular de fetos y placentas, en sistemas productivos extensivos y pastoriles, predominantes en el país, la disponibilidad de estos materiales es frecuentemente limitada o inexistente. Como consecuencia, una proporción considerable de los abortos (~50%) permanece sin diagnóstico definitivo (Macías-Rioseco et al., 2020), lo que dificulta la implementación de medidas de control específicas.

Ante este escenario, las herramientas serológicas, particularmente los ensayos comerciales de ELISA, adquieren un rol estratégico. Su aplicación a nivel poblacional no solo permite estimar la exposición a *N. caninum*, sino también generar evidencia epidemiológica relevante para orientar el diagnóstico presuntivo en ausencia de fetos (Álvarez-García et al., 2013; Roelandt et al., 2015; Silveira et al., 2020), así como para apoyar la toma de decisiones sanitarias a nivel de rodeo.

Sin embargo, dado que la seropositividad a nivel individual no implica necesariamente una relación causal con el aborto, resulta necesario adoptar enfoques poblacionales que permitan evaluar la asociación entre la exposición y el evento reproductivo, aportando mayor solidez a la interpretación diagnóstica en condiciones de campo. En este sentido, la aplicación de diseños epidemiológicos de casos y controles, junto con el cálculo de las razones de probabilidades (*Odds Ratio* [OR]), se presenta como una herramienta clave para la investigación diagnóstica del aborto bovino asociado a *N. caninum*, destacándose por su aplicabilidad práctica en condiciones reales de campo.

4 – DESARROLLO

4.1. Colecta de muestras

Para la evaluación de la asociación entre la seropositividad a *N. caninum* y la ocurrencia de aborto en bovinos mediante estudios de OR, se recomienda implementar un diseño de muestreo tipo caso y control a nivel poblacional (Silveira et al., 2020).

Los casos corresponden a vacas o vaquillonas con historia reciente de aborto, mientras que los controles deben ser animales gestantes del mismo rodeo, sin antecedentes de aborto en el mismo período y con características comparables (edad, categoría, estado fisiológico, manejo y sistema productivo) (Gordis, 2015).

La colecta de muestras debe realizarse lo más próximo posible al evento de aborto, con el objetivo de maximizar la probabilidad de detección de anticuerpos específicos y reducir la ocurrencia de falsos negativos (Guido et al., 2016). En situaciones donde no se dispone de fetos abortados, frecuentes en sistemas extensivos como los de Uruguay, la obtención de muestras de sangre de los animales afectados y de los controles constituye una estrategia diagnóstica clave.

Se recomienda obtener muestras de suero de un número adecuado de animales para asegurar potencia estadística; la cantidad de casos debe ser suficientemente alta como para representar la situación clínica que se desea investigar, siendo recomendable muestrear tantos casos como sea posible. Idealmente, la relación controles:casos debería situarse entre 2:1 y 4:1 (Ury, 1975; Gordis, 2015). No obstante, en condiciones de campo puede ajustarse según la disponibilidad de animales, considerando que un mayor número de controles incrementa los costos analíticos y que, en determinadas situaciones, una proporción menor puede ser suficiente para alcanzar un poder estadístico adecuado.

Es importante que tanto los casos como los controles sean muestreados de manera contemporánea dentro del mismo establecimiento, para evitar sesgos asociados a variaciones temporales o de manejo. Asimismo, para hacer estimaciones más precisas, en algunas circunstancias puede ser necesario conocer la cantidad total de animales gestantes (en riesgo de abortar), la cantidad de animales que abortaron y la cantidad de animales que permanecen gestantes al momento del muestreo.

4.2. Procesamiento de las muestras y análisis de los resultados

Las muestras deben ser procesadas mediante en-

sayos serológicos, como los kits de ELISA indirecto, siguiendo las recomendaciones del fabricante. Estos kits generalmente permiten la detección de anticuerpos de isotipo IgG específicos contra *N. caninum*, y los resultados obtenidos se utilizan para clasificar a los animales como seropositivos o seronegativos.

La eventual asociación entre la seropositividad a *N. caninum* y la ocurrencia de aborto se evalúa mediante el cálculo del OR, utilizando una tabla de contingencia 2×2 que clasifica a los animales según su estatus serológico (positivo/negativo) y su historia de aborto (sí/no). El análisis se realiza considerando la historia reproductiva de cada animal, evaluando en forma independiente cada establecimiento.

El OR se calcula como el cociente entre el producto de los animales seropositivos con aborto y los seronegativos sin aborto, dividido por el producto de los seronegativos con aborto y los seropositivos sin aborto (OR = a×d/b×c) (Gordis, 2015). En la práctica, los animales se clasifican de la siguiente manera: los seropositivos con historia reciente de aborto se consideran expuestos positivos (a); los seronegativos con aborto se consideran expuestos negativos (b); los seropositivos sin aborto se consideran controles positivos (c); y los seronegativos sin aborto se consideran controles negativos (d).

A partir de esta clasificación, se calcula el OR junto con su intervalo de confianza del 95% (IC 95%) y el valor de *p*, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$ (Gordis, 2015). El análisis puede realizarse utilizando software estadístico de libre acceso y disponible online, como el MedCalc (Free Statistical Calculators, Medcalc Software bvba, Ostend, Bélgica, https://www.medcalc.org/calc/odds ratio.php) u otros.

4.3. Interpretación de los resultados

Los estudios de casos y controles no permiten estimar la prevalencia de la enfermedad en la población en estudio, sino que están diseñados para evaluar la fuerza de asociación entre un evento (en este caso, el aborto) y la exposición a un agente (en este caso, *N. caninum*) (Gordis, 2015), con el objetivo de realizar una aproximación diagnóstica y determinar su posible relación con la ocurrencia de abortos.

La interpretación de los resultados se realiza de la siguiente manera:

- Un OR mayor a 1 indica una asociación positiva, es decir, los animales seropositivos presentan mayor probabilidad de haber abortado en comparación con los seronegativos.
- Un OR igual a 1 indica ausencia de asociación entre la seropositividad y el aborto.
- Un OR menor a 1 sugiere una asociación negativa o efecto protector.

Tabla 1. Porcentaje de seropositividad según los 3 kits de ELISA para anticuerpos anti-*N. caninum*, en los bovinos abortados y no abortados, y asociación estadística con el aborto en cada uno de los 4 tambos evaluados.

Tambo	Kit de ELISA	Bovinos abortados seropositivos	Bovinos controles seropositivos	OR, $IC_{95\%}$, p valor
A	1	70,1% (22/31)	32,3% (20/62)	OR=5,13; IC=2-13,1; p=0,0007
	2	73,3% (22/30)	31,1% (19/61)	OR=6,07; IC=2,2-16,1, p=0,0003
	3	80,6% (25/31)	37,1% (23/62)	OR=7,1; IC=2,5-19,8; p=0,0002
B	1	83,3% (5/6)	16,7% (1/6)	OR=25; IC=1,2-520,8; p=0,0377
	2	83,3% (5/6)	16,7% (1/6)	OR=25; IC=1,2-520,8; p=0,0377
	3	83,3% (5/6)	16,7% (1/6)	OR=25; IC=1,2-520,8; p=0,0377
C	1	91,7% (11/12)	40,0% (22/55)	OR=17; IC=2-141,1; p=0,0087
	2	91,7% (11/12)	41,2% (21/51)	OR=17,7; IC=1,8-131,1; p=0,0109
	3	100% (12/12)	58,2% (32/55)	OR=18,1; IC=1-320,8, p=0,0485
D	1	94,7% (18/19)	33,3% (13/39)	OR=36; IC=4,3-300,1; p=0,0009
	2	94,7 % (18/19)	38,2% (13/34)	OR=29,1; IC=3,4-244,5; p=0,0019
	3	100% (19/19)	53,8% (21/39)	OR=33,5; IC=1,9-594,9; p=0,0166

Kit 1: LSIVet, Kit 2: Hipra, Kit 3: BioX, OR: Odds Ratio, IC: intervalo de confianza.
Fuente: Silveira et al., 2020.

Para una correcta interpretación, el OR debe analizarse junto con su intervalo de confianza al 95% (IC 95%) y el valor de *p*. Se considera que la asociación es estadísticamente significativa cuando el IC 95% no incluye el valor 1 y el valor de *p* es menor que 0,05.

En la Plataforma de Investigación en Salud Animal se realizó un estudio con el objetivo de describir y evaluar la utilidad de una estrategia serológica poblacional, presentada en este documento, basada en el uso de tres kits comerciales de ELISA para la investigación diagnóstica del aborto bovino asociado a *N. caninum*. El objetivo fue disponer de una herramienta práctica, accesible y de fácil interpretación para veterinarios clínicos y laboratoristas, especialmente aplicable en rodeos donde no es posible recuperar fetos abortados para su análisis (Silveira et al., 2020).

En este contexto, se analizaron muestras provenientes de cuatro tambos comerciales (A, B, C y D). Los resultados, que incluyen los porcentajes de animales seropositivos con y sin historia de aborto en cada establecimiento, así como el análisis estadístico de la asociación entre seropositividad y aborto para cada uno de los kits evaluados (OR, intervalos de confianza y valores de *p*), se presentan en la Tabla 1.

Independientemente del kit de ELISA utilizado, en los cuatro establecimientos las vacas y/o vaquillonas seropositivas presentaron una probabilidad significativamente mayor de haber experimentado un aborto reciente en comparación con los animales seronegativos. Asimismo, el tipo de kit empleado no influyó significativamente en la magnitud ni en la significancia de la asociación entre el estatus serológico y la ocurrencia de aborto en ninguno de los tambos evaluados.

5 – CONCLUSIONES

El abordaje serológico poblacional permite generar evidencia epidemiológica robusta, práctica y aplicable en condiciones de campo, constituyéndose en una herramienta clave para la aproximación diagnóstica del aborto bovino asociado a *N. caninum*, particularmente frente a brotes de aborto en los que no se dispone de fetos abortados y/o placentas para estudios de patología, microbiología y biología molecular.

Asimismo, el uso de ensayos ELISA no solo aporta valor diagnóstico, sino que también constituye una herramienta estratégica para el monitoreo y control de la enfermedad a nivel de rodeo. La identificación de animales infectados permite orientar la toma de decisiones sanitarias, especialmente en relación con la selección, permanencia y reposición de hembras destinadas a la reproducción, contribuyendo a reducir el impacto productivo de la neosporosis bovina.

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez-García, G., García-Culebras, A., Gutiérrez-Expósito, D., Navarro-Lozano, V., Pastor-Fernández, I., & Ortega-Mora, L. M. (2013). Serological diagnosis of bovine neosporosis: a comparative study of commercially available ELISA tests. *Veterinary Parasitology*, *198*(1-2), 85-95.

Carrillo Parraguez, M., Ponssa, E., Caffarena, D., Artagaveytia, J., Sotelo, F., Fariña, S., ... & Giannitti, F. (2025). Estimation of direct economic and productive losses due to abortions caused by Neospora caninum in the primary dairy sector of Uruguay. *Frontiers in Veterinary Science*, *12*, 1502742.

Dubey, J. P., & Schares, G. (2011). Neosporosis in animals—the last five years. *Veterinary Parasitology*, *180*(1-2), 90-108.

Gordis, L. (2015). Estudios de casos y controles y otros diseños de estudio. *Gordis L. Epidemiología, 5º edición. Barcelona, ES, ELSEVIER*, 189-214.

Guido, S., Katzer, F., Nanjiani, I., Milne, E., & Innes, E. A. (2016). Serology-based diagnostics for the control of bovine neosporosis. *Trends in Parasitology*, *32*(2), 131-143.

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.

Macías-Rioseco, M., Silveira, C., Fraga, M., Casaux, L., Cabrera, A., Francia, M. E., ... & Riet-Correa, F. (2020). Causes of abortion in dairy cows in Uruguay. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, *40*, 325-332.

Roelandt, S., Van der Stede, Y., Czaplicki, G., Van Loo, H., Van Driessche, E., Dewulf, J., ... & Faes, C. (2015). Serological diagnosis of bovine neosporosis: a Bayesian evaluation of two antibody ELISA tests for in vivo diagnosis in purchased and abortion cattle. *Veterinary Record*, *176*(23), 598-598.

Silveira, C. S., Armendano, J. I., Moore, D. P., Cantón, G. J., Macías-Rioseco, M., Riet-Correa, F., Giannitti, F. (2020). A comparative study of commercial ELISAs for antibody detection in the diagnostic investigation of *Neospora caninum*-associated abortion in dairy cattle herds in Uruguay. *Revista Argentina de Microbiología*, 52(2):107-114.

Ury, H. K. (1975). Efficiency of case-control studies with multiple controls per case: continuous or dichotomous data. *Biometrics*, 643-649.

ABORTO BOVINO ASOCIADO A *Neospora Caninum*: estudio diagnóstico en fetos

Florencia Pieruccioni *

Laboratorio DILAVE "Miguel C. Rubino", Montevideo, Uruguay. *fpieruccioni@mgap.gub.uy

1 – RESUMEN

La neosporosis bovina causada por *Neospora caninum (N. caninum)*, constituye una de las principales enfermedades infecciosas asociadas a abortos en bovinos a nivel mundial, generando importantes pérdidas económicas en los sistemas de producción. La infección se manifiesta principalmente por abortos, con mayor frecuencia entre el cuarto y sexto mes de gestación, aunque también puede dar lugar al nacimiento de terneros congénitamente infectados. En Uruguay, estudios realizados en la División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) han identificado a *N. caninum* como un agente relevante en la etiología del aborto bovino. Datos recientes indican que el 39 % de los fetos abortados analizados en los últimos diez años resultaron positivos, con predominio de casos en sistemas lecheros. El diagnóstico de la neosporosis bovina requiere un enfoque integral basado en la adecuada remisión de muestras y la combinación de información epidemiológica, hallazgos histopatológicos y técnicas diagnósticas específicas. El estudio de fetos abortados constituye una herramienta clave, permitiendo la identificación de lesiones compatibles con la infección por *N. caninum*, principalmente encefalitis no supurativa multifocal caracterizada por infiltrados mononucleares, focos de necrosis y gliosis, y la detección del agente mediante histopatología, inmunohistoquímica y PCR. La integración de estos métodos diagnósticos resulta fundamental para confirmar la infección, comprender la epidemiología de la enfermedad y contribuir al diseño de estrategias de control orientadas a reducir las pérdidas reproductivas en los rodeos bovinos

2 – SUMMARY

Bovine neosporosis, caused by *Neospora caninum (N. caninum)*, is one of the main infectious diseases associated with abortions in cattle worldwide, leading to significant economic losses in production systems. The infection primarily manifests as abortion, most frequently between the fourth and sixth month of gestation, although it can also result in the birth of congenitally infected calves. In Uruguay, studies conducted by the División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) have identified *N. caninum* as a relevant agent in the etiology of bovine abortion. Recent data indicate that 39% of aborted fetuses analyzed over the past ten years tested positive, with a higher prevalence in dairy systems. The diagnosis of bovine neosporosis requires a comprehensive approach based on proper sample submission and the integration of epidemiological information, pathological findings, and specific diagnostic techniques. The examination of aborted fetuses is a key tool, allowing the identification of lesions consistent with *N. caninum* infection, mainly multifocal non-suppurative encephalitis characterized by mononuclear infiltrates, necrotic foci, and gliosis, as well as the detection of the agent through histopathology, immunohistochemistry, and PCR. The integration of these diagnostic methods is essential to confirm the infection, understand the epidemiology of the disease, and contribute to the development of control strategies aimed at reducing reproductive losses in cattle herds.

PALABRAS CLAVES

Aborto bovino; *Neospora caninum*; Diagnóstico de aborto; Uruguay

3 – INTRODUCCIÓN

La neosporosis bovina es causada por el protista intracelular obligado *Neospora caninum (N. caninum)*, reconocido como uno de los principales agentes infecciosos asociados a aborto en bovinos a nivel mundial y responsable de importantes pérdidas económicas en los sistemas de producción (Dubey et al., 2017; Reichel et al., 2013; Hecker et al., 2023).

La infección se caracteriza principalmente por la ocurrencia de abortos, los cuales se presentan con mayor frecuencia entre el cuarto y sexto mes de gestación, aunque pueden ocurrir desde el segundo trimestre hasta el final de la gestación (Dubey y Schares, 2011). La enfermedad puede manifestarse de forma esporádica, endémica o en brotes, generando múltiples pérdidas reproductivas en un período relativamente corto. En algunos casos, los terneros infectados congénitamente nacen vivos y presentan signos neurológicos asociados a lesiones del sistema nervioso central; sin embargo, con mayor frecuencia los

animales infectados nacen clínicamente normales y permanecen como portadores de la infección (Campero et al., 2015b; Lagomarsino et al., 2016).

En Uruguay, los primeros antecedentes de infección por *N. caninum* fueron reportados por Barber et al. (1997), quienes detectaron anticuerpos contra el parásito en el 20% de 414 perros provenientes de establecimientos rurales mediante la técnica de inmunofluorescencia indirecta. Posteriormente, investigaciones realizadas en fetos bovinos remitidos a la División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) entre 1996 y 2002 identificaron a *N. caninum* como una de las principales causas de aborto bovino diagnosticadas en el país, representando aproximadamente el 22 % de los casos analizados (Easton et al., 2003).

Datos recientes generados en el marco del diagnóstico etiológico de abortos bovinos realizado en DILAVE indican que, en los últimos diez años, de un total de 733 fetos abortados remitidos para su estudio, 285 (39 %) fueron positivos a *N. caninum* mediante al menos una de las técnicas diagnósticas aplicadas. De los cuales la mayoría de los casos corresponden a sistemas de producción lechera (82%), mientras que el 18% restante se asoció a rodeos de carne (UNIRADD, 2026). Estos resultados refuerzan la relevancia de este agente como causa de pérdidas reproductivas en los rodeos bovinos del país y subrayan la importancia de su adecuada detección en los programas de diagnóstico.

4 – DESARROLLO

El diagnóstico etiológico del aborto bovino requiere una adecuada remisión de las muestras al laboratorio. Idealmente, debe enviarse el feto completo acompañado de la placenta y una muestra de sangre de la madre abortada. La calidad de las muestras constituye un factor determinante para el éxito diagnóstico; en este sentido, los fetos deben mantenerse refrigerados y evitar la congelación previa al envío, ya que este proceso puede alterar la integridad de los tejidos y comprometer la evaluación histopatológica. Asimismo, es esencial minimizar el intervalo entre la detección del aborto y la remisión al laboratorio, con el fin de reducir la autólisis y mantener la integridad de los tejidos. Desde el punto de vista de la bioseguridad, debe considerarse que diversos agentes etiológicos del aborto bovino presentan potencial zoonótico, por lo que las muestras deben manipularse utilizando elementos de protección personal y enviarse en recipientes apropiados que aseguren condiciones seguras durante el transporte.

Junto con las muestras, la información epidemiológica del establecimiento resulta esencial para orientar el diagnóstico. Entre los datos más relevantes se incluyen el tipo de explotación (lechería o carne), el tamaño del rodeo, el porcentaje de abortos registrado, la categoría animal afectada, el período de gestación, el patrón de presentación de los abortos (esporádico, endémico o en forma de brote) y la información sobre el plan sanitario. Estos elementos permiten contextualizar los hallazgos y fortalecer la interpretación diagnóstica.

Una vez recibidas las muestras en el laboratorio, el estudio del feto abortado se inicia con la estimación de la edad gestacional, utilizando parámetros como la longitud occípito-coccígea, el peso fetal y el grado de desarrollo de estructuras anatómicas, incluyendo pelaje, dentición y osificación del esqueleto (Roberts, 1979). Posteriormen-

Tabla 1. Agentes infecciosos asociados al aborto bovino: técnicas diagnósticas y tipos de muestras para su identificación

Agente Infeccioso	Técnica Diagnóstica	Muestras
Bacteriología y hongos (Brucella abortus, Leptospira spp., Campylobacter fetus, Salmonella spp, Tritrichomona foetus, Listeria monocytogenes, Aspergillus)	Cultivo bacteriológico, PCR, Serología materna (Rosa de Bengala/MAT) Histopatología	Pulmón, hígado, riñón, bazo, placenta, humor acuoso, líquido abomasal y suero fetal. Suero materno
Neospora caninum	Histopatología, Inmunohistoquímica, PCR, Serología materna	Cerebro, corazón, lengua, hígado. Suero materno.
Herpesvirus Bovino-1	Histopatología, IHQ, PCR, Serología materna	Bazo, pulmón, hígado. Suero materno
Diarrea Viral Bovina	Histopatología, ELISA (captura de antígeno), PCR, IHQ, Serología materna	Bazo, pulmón, hígado. Suero materno

te, se realiza la observación macroscópica y la necropsia completa del feto, procedimientos que permiten identificar lesiones y orientar la toma de muestras.

Durante la necropsia se recolectan muestras de diversos órganos, incluyendo cerebro, pulmones, corazón, timo, hígado, bazo y riñones, las cuales se fijan en formol al 10% para su posterior estudio histopatológico. En la Tabla 1 se enumeran las muestras que se obtienen para la realización de las distintas técnicas diagnósticas en función de los principales agentes etiológicos involucrados en el aborto bovino.

En el contexto del presente trabajo, el enfoque se centra en la descripción de las muestras, hallazgos y resultados obtenidos para los casos de aborto asociados a *N. caninum*. Los mismos se registran con mayor frecuencia entre el cuarto y sexto mes de gestación (Dubey y Schares, 2011), lo cual coincide con lo reportado en los registros de DILAVE (UNIRADD, 2026). Además, *N. caninum* puede producir infecciones congénitas, si la infección ocurre en el último tercio de la gestación, los terneros suelen nacer clínicamente normales, aunque permanecen persistentemente infectados. Sin embargo, en algunos casos se observan terneros con signos clínicos evidentes, como alteraciones neurológicas (hidrocefalia, exoftalmia, asimetría ocular y estrechamiento de la médula espinal), bajo peso al nacimiento y anomalías musculoesqueléticas, incluyendo flexión o hiperextensión de las extremidades, ataxia y parálisis. (Ortega-Mora et al., 2007).

Desde el punto de vista macroscópico en los fetos en muchos casos no se observan lesiones evidentes; sin embargo, ocasionalmente pueden detectarse focos blanquecinos en el miocardio o en la musculatura esquelética, la placenta puede presentar lesiones inespecíficas tales como edema y focos necróticos en los cotiledones, así como casos de momificación fetal.

El examen histopatológico constituye una herramienta central en el diagnóstico. Aunque las lesiones pueden observarse en varios órganos, el cerebro fetal es el más frecuentemente afectado, donde se describe una encefalitis multifocal no supurativa caracterizada por infiltrados mononucleares, focos de necrosis y gliosis (Figura 1a). Asimismo, pueden verse lesiones de miocarditis no supurativa con degeneración de fibras musculares. La hepatitis periportal que es más frecuente en abortos de presentación epidémica que en los esporádicos, y también pueden evidenciarse lesiones en placenta, pulmón, riñón y musculatura, incluyendo la lengua (Anderson et al., 2000; Campero et al., 2003). En algunos casos es posible identificar estructuras parasitarias compatibles con quistes tisulares (Figura 1b), aunque su visualización es infrecuente debido a la baja carga parasitaria que pueden tener los fetos. La inmunohistoquímica resulta complementaria a la histopatología y adquiere un rol relevante ya que permite la detección específica de *N. caninum* directamente en las lesiones tisulares, principalmente en cerebro, corazón, hígado y placenta (Campero et al., 2003) (Figura 2). Además, se emplean técnicas moleculares, particularmente la PCR, para la detección de ADN del parásito en tejidos fetales, siendo el cerebro y el corazón las muestras de elección por su mayor probabilidad de contener el agente.

La detección de anticuerpos contra *N. caninum* en el suero del feto puede confirmar la infección; sin embargo, un resultado negativo no es concluyente, ya que la síntesis de anticuerpos en el feto depende de la etapa de

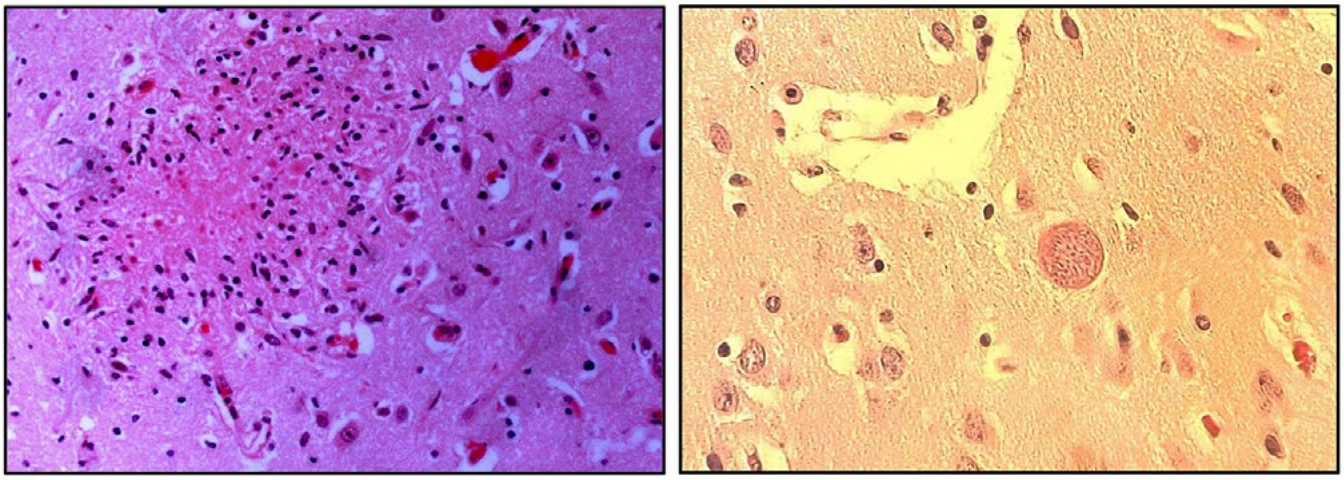


Figura 1. Microfotografías de lesiones histopatológicas halladas en un feto bovino (tinción hematoxilina eosina, 100X). a. Foco de necrosis rodeados de células inflamatorias mononucleares, gliosis focal b. Quiste de *N. caninum*

gestación, el nivel de exposición y el tiempo transcurrido entre la infección y el aborto. Si la infección por *N. caninum* ocurre antes de los 120 días de gestación, es posible que no se detecten niveles medibles de anticuerpos. Además, el intervalo entre la infección y el aborto puede ser inferior al tiempo requerido para el desarrollo de una respuesta inmunitaria detectable. A esto se suma que el tiempo transcurrido entre el aborto y la toma de muestra puede favorecer la degradación de las inmunoglobulinas fetales debido a la autólisis, reduciendo su concentración a niveles no detectables (Wouda et al., 1997).

Por su parte, el análisis serológico de la madre abortada permite evidenciar exposición previa al agente, aunque no confirma por sí solo la etiología del aborto. A nivel de establecimiento, se recomienda complementar el diagnóstico mediante estudios serológicos en grupos de animales abortados y controles, aplicando herramientas estadísticas para evaluar la asociación entre seropositividad y aborto, fortaleciendo la interpretación epidemiológica y contribuyendo a la confirmación del diagnóstico a nivel de rodeo (Calandra et al., 2014; Dubey et al., 2017; Moore et al., 2003).

5 – CONCLUSIONES

El diagnóstico de *N. caninum* en fetos abortados constituye un pilar fundamental para la confirmación etiológica del aborto bovino y la adecuada caracterización del impacto de este agente en los sistemas productivos. El estudio integral basado en la correlación de hallazgos histopatológicos con la detección del agente mediante inmunohistoquímica y técnicas moleculares como PCR, representa la estrategia diagnóstica de mayor especificidad y valor confirmatorio. Su correcta implementación resulta clave para sustentar la interpretación diagnóstica, orientar medidas de control sanitario y optimizar la gestión reproductiva a nivel de rodeo.

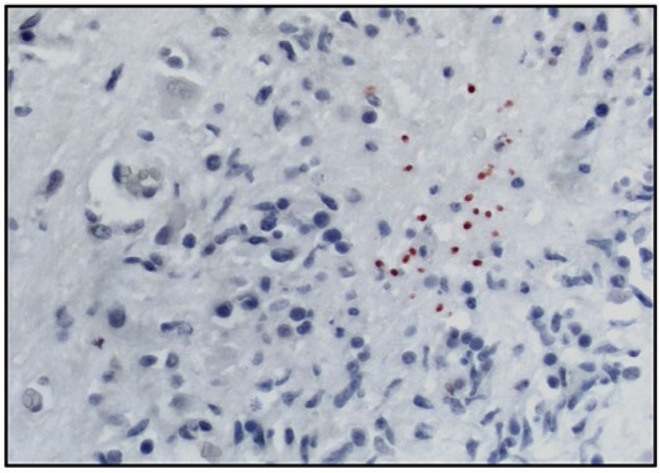


Figura 2. Inmunomarcación positiva a *N. caninum* asociada a lesión en cerebro de feto bovino

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson M.L., Andrianarivo, A.G., Conrad P.A. 2000. Neosporosis en bovinos. Animal Reproduction Science, 60–61, 417-431.

Barber J. S., Gasser R. B., Ellis J., Reichel M. P., McMillan D., Trees A. J. 1997. Prevalence of Antibodies to Neospora caninum in Different Canid Populations. Journal of Parasitology, (83)6:1056-1058.

Calandra P.M., Di Matía J.M., Cano D.B., Odriozola E.R., García J.A., Späth E.J., Odeón A.C., Paolicchi F.A., Morrell E.L., Campero C.M., Moore D.P. 2014. Endemic and epidemic bovine neosporosis: description of two events in beef cattle. Revista Argentina de Microbiología. 46(4):315-9.

https://doi.org/10.1016/S0325-7541(14)70089-6

Campero C.M., Moore D.P., Odeón A.C., Cipolla A.L., Odriozola E. 2003. Aetiology of bovine abortion in Argentina. Veterinary Research Communications, 27(5):359-69. https://doi: 10.1023/a:1024754003432

Campero L.M., Venturini M.C., Moore D.P., Massola L., Lagomarsino H., García B., Bacigalupe D., Rambeaud M., Pardini L., Leunda M.R., Schares G., Campero C.M. 2015b. Isolation and molecular characterization of a new Neospora caninum isolate from cattle in Argentina. Experimental Parasitology. 155:8-12. https://doi.org/10.1016/j.exppara.2015.04.009

Dubey J. P., Schares G. 2011. Neosporosis in animals – the last five years. Veterinary Parasitology, 180(1-2): 90-108.

Dubey J.P., Hemphill A., Calero-Bernal R., Schares G. 2017. Neosporosis in Animals.1° Ed. Boca Raton, CRC Press.

Easton C., Paullier C., Bañales P. 2003. Aborto bovino: casuística y optimización del diagnóstico en la DILAVE “Miguel C. Rubino”, Uruguay. Veterinaria, 38 (152-153), 25-30.

Hecker Y.P., González-Ortega S., Cano S., Ortega-Mora L.M., Horcajo P. 2023. Bovine infectious abortion: a systematic review and meta-analysis. Frontiers in Veterinary Science, 10:1249410. doi: 10.3389/fvets.2023.1249410

Lagomarsino H., Campero L.M., Cano D., Armendano J.I., Massola L., Hecker Y., García B., Gual I., Bracho V., Pardini L., Leunda M.R., Pereyra S.B., Lischinsky L., Fiorani F., Rambeaud M., Moré G., Cantón G., Unzaga J.M., Recalt V., Bence A., Rodríguez A., Odeón A., Venturini M.C., Moore D.P. 2016. Control de la neosporosis en un tambo comercial y primer aislamiento de Neospora caninum en bovinos. Veterinaria Argentina, 18:1-25.

Morrell E.L., Campero C.M., Cantón G.J., Odeón A.C., Moore D.P., Odriozola E., Paolicchi F., Fiorentino M.A. 2019. Current trends in bovine abortion in Argentina. Pesquisa Veterinária Brasileira, 39(1):12-9.

https:// doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-5668

Ortega-Mora L.M, Gottstein B., Conraths F. J., Buxton D. 2007. Protozoal abortion in farm ruminants: guidelines for diagnosis and control. Wallingford, UK ; CABI.

Reichel M.P., Ayanegui-Alcérreca M.A., Gondim L.F., Ellis J.T. 2013. What is the global economic impact of Neospora caninum in cattle - the billion dollar question. International Journal for Parasitology, 43(2):133-42.

doi: 10.1016/j.ijpara.2012.10.022

Roberts, S.J. 1979. Obstetricia Veterinaria y Patología de la reproducción. Teriogenología. Primera edición en español, editorial Hemisferio Sur S.A.

UNIRADD (2026). Unidad de Registros de Análisis y Diagnósticos, Base de Datos de División de Laboratorios Veterinarios, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay. www.mgap.gub.uy

Wouda W., Moen A.R., Visser I.J., van Knapen F. 1997. Bovine fetal neosporosis: a comparison of epizootic and sporadic abortion cases and different age classes with regard to lesion severity and immunohistochemical identification of organisms in brain, heart, and liver. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 9(2):180-5.

https://doi.org/10.1177/104063879700900212

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

RAZAS OVINAS DE PELO PARA LA PRODUCCIÓN DE CARNE EN URUGUAY: mitos, ventajas y limitaciones

Bianchi Olascoaga G. [1*]

1- Ing. Agr. Dr. Consultor.
* 2tanos@gmail.com Tel.: +59899346153.

1 – RESUMEN

El sector ovino nacional ha sufrido una drástica reducción de stock en las últimas tres décadas (de 26 a menos de 5 millones de cabezas). A diferencia de países líderes (Australia y Nueva Zelanda), esta caída no fue compensada con un aumento en la productividad. Uruguay sigue estancado: se precisan dos ovejas para obtener un cordero al año y presenta un peso promedio de canal que no supera los 17 kg. Esta situación se atribuye a dos factores claves: la baja adopción tecnológica y una estructura racial inadecuada, todavía dominada por razas de doble propósito que han perdido relevancia a nivel mundial. La prioridad para la ovinocultura uruguaya es revertir la caída del stock y mejorar los indicadores productivos aplicando un paquete tecnológico ya disponible. Es imperativo abandonar el modelo de doble propósito y avanzar hacia la especialización, utilizando razas maternales (Highlander, Border Leicester) y carniceras de lana ya existentes y probadas en el país. ¿Qué rol pueden jugar las razas de pelo en el país? En general se presentan como una alternativa por sus ventajas frente a las razas de lana. Sin embargo, esas ventajas varían enormemente entre las distintas razas de pelo y en cómo se evalúan, habida cuenta que no siempre están respaldadas por estudios científicos robustos. La elección e importación de estas razas en Uruguay ha respondido más a modas que a criterios técnicos rigurosos. La presente revisión analiza en detalle los principales atributos que se le atribuyen a las razas de pelo y su aplicabilidad en Uruguay: 1. Ausencia de lana: si bien elimina el costo de la esquila, la capacidad de mudar el vellón completamente varía entre razas de pelo. Además, la transición de un rebaño lanar a uno de pelo mediante absorción puede tardar 5-7 años. 2. Desempeño reproductivo: la capacidad de ciclar todo el año no es universal. Las razas caribeñas (Blackbelly, St. Croix y Pelibuey) son superiores en este aspecto y también en prolificidad. Mientras que Katahdin y Dorper tienen un comportamiento más estacional y son menos prolíficas, sobretodo Dorper. Las razas del noreste brasileño (Santa Inês, Morada Nova) tienden a tener una estación de cría larga y buena prolificidad, particularmente Morada Nova. De todas formas, se descarta la viabilidad de sistemas de partos acelerados en Uruguay, ya que se debe mejorar la eficiencia del sistema de un parto al año y además no existe un sobreprecio en el mercado local por corderos fuera de zafra. 3. Resistencia a parásitos: es una ventaja real en razas como Red Maasai, Barbados Blackbelly y St. Croix . Sin embargo, la raza Dorper, es de las menos resistentes entre las de pelo. Con el stock ovino actual y las herramientas de manejo y farmacológicas disponibles, este atributo es deseable, pero no determinante. 4. Rusticidad y adaptación: las razas de pelo en general toleran mejor el estrés calórico. No obstante, razas de cola gorda y más pequeñas como St. Croix o Morada Nova son más eficientes disipando calor que las más grandes (Santa Inês, Dorper y Katahdin). Aunque Dorper destaca por su adaptación a ambientes áridos y forrajes de baja calidad. 5. Producción de carne: Dorper muestra superioridad en crecimiento y conformación frente a otras razas de pelo. Sin embargo, cuando se la compara con razas carniceras especializadas de lana (Texel, Southdown, Suffolk), su desempeño es, en el mejor de los casos, igual. Las razas ovinas de pelo presentan una elevada variabilidad en atributos reproductivos, sanitarios y productivos, por lo que muchas de las ventajas frecuentemente atribuidas a este grupo no pueden generalizarse y dependen de la raza y del ambiente productivo. Su introducción debería sustentarse en criterios científicos y en evaluación comparativa rigurosa frente al material genético de alto rendimiento ya presente en el país. En este marco, si se plantea seriamente la incorporación de razas de pelo en Uruguay, la discusión no debería centrarse en preferencias, sino en niveles de evidencia. En ese contexto, y de acuerdo con la revisión realizada, Katahdin no es una opción más: es el biotipo que hoy presenta el menor nivel de incertidumbre productiva y genética para ser evaluado.

PALABRAS CLAVE: razas ovinas de pelo y de lana, desempeño productivo, rusticidad y adaptación al Uruguay.

2 – SUMMARY

The national sheep sector has undergone a drastic reduction in stock over the past three decades (from 26 to fewer than 5 million head). Unlike leading countries (Australia and New Zealand), this decline was not offset by gains in productivity. Uruguay remains stagnant: two ewes are required to produce one lamb per year, and average carcass weight does not exceed 17 kg. This situation is attributed to two key factors: low technological adoption and an inadequate breed structure, still dominated by dual-purpose breeds that have lost relevance worldwide. The priority for Uruguayan sheep production is to reverse the decline in stock and improve productive indicators by applying an already available technological package. It is imperative to abandon the dual-purpose model and move toward specialization, using maternal breeds (Highlander, Border Leicester) and wool meat breeds that are already established and proven in the country. What role can hair sheep breeds play in the country? In general, they are presented as an alternative due to their advantages over wool breeds. However, these advantages vary greatly among hair breeds and depending on how they are assessed, given that they are not always supported by robust scientific studies. The selection and importation of these breeds into Uruguay has responded more to trends than to rigorous technical criteria. This review analyzes in detail the main attributes attributed to hair sheep breeds and their applicability in Uruguay: 1. Absence of wool: although it eliminates shearing costs, the ability to completely shed the fleece varies among hair breeds. Moreover, transitioning from a wool flock to a hair flock through absorption may take 5-7 years. 2. Reproductive performance: the ability to cycle year-round is not universal. Caribbean breeds (Blackbelly, St. Croix, and Pelibuey) are superior in this regard and also in prolificacy. By contrast, Katahdin and Dorper exhibit more seasonal breeding behavior and are less prolific, especially Dorper. Breeds from northeastern Brazil (Santa Inês, Morada Nova) tend to have a long breeding season and good prolificacy, particularly Morada Nova. In any case, accelerated lambing systems are considered unviable in Uruguay, as system efficiency for one lambing per year must first be improved and there is no price premium in the local market for out-of-season lambs. 3. Parasite resistance: this is a real advantage in breeds such as Red Maasai, Barbados Blackbelly, and St. Croix. However, Dorper is among the least resistant of the hair breeds. Given current sheep numbers and the available management and pharmaceutical tools, this trait is desirable but not decisive. 4. Hardiness and adaptation: hair breeds generally tolerate heat stress better. Nevertheless, smaller, fat-tailed breeds such as St. Croix and Morada Nova dissipate heat more efficiently than larger breeds (Santa Inês, Dorper, and Katahdin), although Dorper stands out for its adaptation to arid environments and low-quality forages. 5. Meat production: Dorper shows superiority in growth and conformation compared with other hair breeds. However, when compared with specialized wool meat breeds (Texel, Southdown, Suffolk), its performance is, at best, equivalent. Hair sheep breeds show considerable variability in reproductive, health, and productive traits; therefore, many of the advantages often attributed to this group cannot be generalized and are highly dependent on both breed and production environment. In this context, their potential introduction should rely on scientific criteria and rigorous comparative evaluation against the high-performing genetic resources already available in the country. If the introduction of hair sheep breeds in Uruguay is to be seriously considered, the discussion should focus on levels of evidence rather than preferences. Based on the reviewed literature, Katahdin emerges as the most suitable candidate for evaluation, as it currently presents the lowest level of productive and genetic uncertainty.

KEYWORDS: hair and wool sheep breeds; productive performance; hardiness and adaptation to Uruguay.

3 – INTRODUCCIÓN

En los últimos 30 años, el stock ovino nacional se desplomó pasando de casi 26 a poco más de 4,7 millones de cabezas. A diferencia de países líderes como Australia y Nueva Zelandia, donde la reducción del stock fue acompañada por un notable aumento en la productividad (porcentajes de señalada de 115-130% y pesos de canal superiores a 19-24 Kg), Uruguay se ha estancado. Hoy, como hace 40 años, se siguen necesitando 2 ovejas para producir un cordero al año, y el peso promedio de la canal no supera los 17 kg.

Mientras otros países optimizaron su estructura racial para responder a las demandas del mercado (Merino fino y sistemas estratificados de cruzamientos para corderos en Australia, razas maternales y carniceras en Nueva Zelandia), Uruguay sigue dependiendo en gran medida de razas doble propósito con lanas gruesas (>27 micras), un tipo de producción cuya relevancia económica ha disminuido significativamente en la mayoría de los principales países productores.

La crisis del rubro es multicausal, pero dos elementos clave dependen de la voluntad de cambio interna: la falta de adopción de un paquete tecnológico de alto impacto

y los desaciertos en la composición racial. Este trabajo hace énfasis en el segundo punto, ya que la elección correcta de la raza es un pilar fundamental para superar los "techos" productivos actuales. Una elección genética basada en la ciencia, y no en la tradición o el lobby, podría mejorar la cantidad y calidad de los corderos producidos, incluso en sistemas de manejo promedio. Se sugiere la lectura del libro de Bianchi (2021), para profundizar en el paquete tecnológico disponible.

La discusión sobre ovinos deslanados ya no se limita a ambientes tropicales. En países con tradición lanera como Nueva Zelanda ((Johnson *et al*., 2021) y Australia (MLA, 2024), y también en Uruguay (De Barbieri *et al.,* 2025), existe un interés creciente por genotipos que reduzcan la dependencia de la esquila, aunque la evidencia comparativa bajo sistemas templados sigue siendo insuficiente para justificar recomendaciones generalizadas. Además la literatura disponible muestra una considerable variabilidad entre razas en atributos reproductivos, sanitarios y productivos, a pesar de que las razas ovinas de pelo suelen presentarse como alternativa a las razas laneras. En consecuencia las ventajas frecuentemente atribuidas a este grupo no pueden generalizarse y dependen de la raza, ambiente productivo y sistema de manejo. En este contexto, esta revisión analiza críticamente la evidencia disponible sobre el desempeño de distintas razas de pelo entre sí o en comparación con razas de lana y sus cruzas, con énfasis en su posible rol en sistemas pastoriles templados como los predominantes en Uruguay.

4 – DESARROLLO

4.1. Criterios generales para la elección de una raza

La elección de una raza debería sustentarse en criterios técnicos, sanitarios y económicos bien definidos. No obstante, en la práctica, la decisión ha estado influida por factores comerciales, percepciones productivas o tendencias del sector que no siempre han estado acompañadas por evaluaciones comparativas rigurosas.

En la Tabla 1 sintetiza algunos criterios que deberían orientar la decisión de elegir, multiplicar o difundir una raza. Se distinguen dos planos:

- Lo que debería pesar en la decisión: signos fuera del paréntesis.

- Lo que frecuentemente pesa en la práctica: signos entre paréntesis.

Un ejemplo claro es la reciente importación de la raza Santa Inês desde Argentina. La decisión fue impulsada por la moda ("no tienen lana"), sin considerar adecuadamente el origen (genética paraguaya sin programas de mejora), el bajo número de ejemplares, la representatividad o los riesgos sanitarios. Un estudio en Brasil reportó alta incidencia de abortos (53%) en rebaños Santa Inês, asociados al virus de la lengua azul (Rizzo *et al*., 2021). Este caso evidencia cómo se priorizan aspectos subjetivos sobre la información científica de calidad.

4.2. ¿Qué papel pueden jugar las razas deslanadas en el país?

Se reconocen alrededor de 1000 razas ovinas en el mundo, de las cuales aproximadamente un 10% corres-

Tabla 1. Criterios deseables *vs.* criterios predominantes en la práctica al elegir o difundir una raza.

Pautas	Raza presente en el país	Importación
Gusto, tradición, moda, propaganda, lobby	+ (+++)	+ (++/+++)
Disponibilidad de ejemplares	++ (+)	+++ (+)
País de origen (relevancia del rubro, número de ejemplares, pureza, programas de mejora)	—	+++ (+)
Aspectos sanitarios (riesgo de enfermedades)	—	+++ (+/++)
Aspectos económicos	+++ (++)	+++ (++)
Calidad de la información (tamaño y representatividad muestral, estructura genética, años y ambientes de evaluación)	+++ (+)	+++ (+)
Intensificación de la multiplicación (IA, IATF, semen congelado, TE, etc.)	—	++/+++ (+)
Pureza/presión de selección en animales a difundir	—	+++ (+/++)

Escala: + = baja importancia; ++ = importancia media; +++ = máxima importancia.

ponde a razas de pelo, originadas y concentradas principalmente en regiones tropicales de África, Sudamérica y el Caribe. A estas razas se les atribuyen ventajas como menor requerimiento de manejo (ausencia de lana y, en la mayoría de los casos, selección para ausencia de cuernos), mayor tolerancia a parasitosis internas, calor y ambientes restrictivos (escasez de alimento y agua), estación reproductiva más amplia, elevada prolificidad y precocidad, y buena aptitud carnicera.

Sin embargo, la revisión de la literatura muestra que estas supuestas ventajas presentan variaciones significativas, no solo entre razas sino también dentro de una misma raza según el contexto de evaluación. Factores como las razas comparadas, las condiciones ambientales (latitud, nivel nutricional, etc.) y, especialmente, el diseño experimental (tamaño muestral, método de muestreo, estructura familiar: número de carneros y progenie por carnero) condicionan fuertemente los resultados. Este último aspecto es determinante para la solidez y extrapolación de la información, aunque con frecuencia no recibe la consideración debida.

De hecho, como se presenta en la Tabla 2, casi la mitad de los estudios revisados trabajaron con ≤60 animales (y más del 70% de estos con menos de 40, evaluando dos o más razas). Además, el 80% de los 144 trabajos analizados utilizó un solo carnero por raza y no consideró el número de progenie ni el parentesco genético de los machos en al menos tres generaciones previas.

En la Tabla 2 se resumen las principales características metodológicas y temáticas de los estudios que compararon razas de pelo entre sí y/o frente a razas laneras, tanto en pureza como en cruzamientos. El objetivo es dimensionar no solo qué se investigó, sino también dónde, cómo y con qué solidez experimental.

La investigación sobre razas ovinas de pelo se concentra principalmente en Brasil, Estados Unidos, México y Sudáfrica, lo que explica el predominio de estudios sobre determinadas poblaciones. Entre ellas se destacan Dorper (Dorset Horn × Blackhead Persian, Sudáfrica), Santa Inês (Bergamasca × Morada Nova × Somalís Brasileira, Brasil), Katahdin (Saint Croix × Suffolk × Wiltshire Horn, con aportes menores de Dorset, Hampshire y Southdown, EE. UU.), Pelibuey (de origen africano occidental, introducida vía Islas Canarias, desarrollada en Cuba y expandida en México), Blackbelly (África occidental, desarrollada en Barbados) y Saint Croix (Islas Vírgenes, EE. UU., Caribe).

En estos países, los estudios comparan estas razas entre sí e incorporan razas locales. En Sudáfrica se incluyen razas de cola gorda, mayoritariamente de pelo, como Meatmaster (Dorper y/o South African Mutton Merino o Van Rooy × Damara), Pedi, Damara (originaria de Namibia) y Namaqua Afrikaner. En Brasil, además de Santa Inês, se evalúan Morada Nova (descendiente de Bordaleira portuguesa), Somalís Brasileira (derivada de Blackhead Persian), Cariri (Santa Inês y Morada Nova × Blackbelly) y Rabo Largo (derivada de Damara).

Asimismo, en ambos países se comparan razas laneras doble propósito y carniceras como Merino, Dohne Merino, South African Mutton Merino y Dormer (Sudáfrica), y Texel, Île de France, Hampshire Down, Pantanal y Bergamasca (Brasil). En Estados Unidos, además de Katahdin, se desarrolló la raza de pelo Royal White, originada del cruzamiento de Saint Croix, Dorper y White Dorper.

Tabla 2. Características descriptivas de los trabajos revisados sobre razas de pelo.

Característica	% sobre el total de trabajos revisados[1]
Países	Brasil (30%), EEUU (25%), México (14%), Sudáfrica (11%), otros (20%)
Revistas	Small Ruminant Research (29%), Journal of Animal Science (14%), Revistas indexadas latinas no brasileñas (12%), Revistas brasileñas indexadas (9%), South African Journal of Animal Science (8%), Tropical Animal Health and Production + Tropical and Subtropical Agroecosystems (5%), Animal Science + Animal Production Science (3%), otros (20%)
Rango temporal	2016–2026 (59%), 2005–2015 (28%), <2005 (13%)
Razas evaluadas	Dorper (38%), Katahdin (22%), Santa Inês (18%), Pelibuey (7%), Saint Croix (7%), Barbados Blackbelly (6%), otras (2%)
N° de animales	≤60 (45%), 60–100 (12%), >100 (43%)
N° de carneros/ raza	1 carnero/raza (79%), >1 carnero/raza (21%)
Alimentación	Pastoreo (44%), confinamiento (56%)
Área de estudio	Crecimiento y calidad de canal (52%), reproducción (20%), resistencia a parasitosis (11%), resistencia al estrés térmico (8%), calidad de carne (7%), otras (2%)

[1]Criterios de búsqueda, selección bibliográfica y observaciones a la hora de extrapolar resultados: La revisión se realizó en bases de datos y revistas indexadas, complementada con literatura gris disponible en línea, utilizando términos clave vinculados a razas ovinas de pelo y lana, desempeño productivo, reproducción, resistencia a parasitosis, estrés térmico, calidad de canal y carne y adaptación. Se revisaron 144 trabajos (126 experimentos y 18 revisiones). Se incluyeron trabajos publicados en los últimos 26 años, priorizando los más recientes, que compararan al menos dos razas o grupos genéticos ovinos —en pureza y/o cruzamientos— y se excluyeron estudios sin comparación racial o con información metodológica insuficiente. Una proporción importante de los trabajos disponibles proviene de regiones tropicales o subtropicales, donde se originaron muchas de las razas de pelo, mientras que la información generada bajo sistemas pastoriles templados es relativamente más escasa. En consecuencia, la extrapolación de algunos resultados a condiciones productivas como las de Uruguay debe realizarse con cautela. Por razones de espacio se consideran en la presente revisión los trabajos más relevantes.

4.3. Ventajas de razas deslanadas y su aporte a la producción ovina uruguaya

En la discusión sobre razas deslanadas es frecuente encontrar afirmaciones que no siempre están respaldadas por evidencia científica consistente. A partir de la revisión realizada, la Tabla 3 resume algunas de las aseveraciones más frecuentes y el respaldo en los estudios comparativos disponibles.

- Capacidad de muda

La eliminación de los costos de esquila es un atractivo evidente, pero no es una característica uniforme. Existen razas con una capacidad genética superior para desprenderse completamente de su cubierta en primavera sin intervención humana: Wiltshire Horn (raza inglesa, con cuernos que muda su lana corta blanca en primavera), Wiltipoll (australiana, generada a partir de Wiltshire, sin cuernos y con la infusión de genes: Border Leicester, Perendale y Poll Dorset) y Katahdin. Santa Inês presenta buena capacidad de muda, mientras que Dorper es la menos eficiente, presentando coberturas de pelo, lana o una mezcla de ambas (Cloete *et al*., 2000; Snyman y Olivier, 2002).

La heredabilidad del carácter muda (0,477 ± 0,056) y su correlación genética positiva entre ovejas y corderos (+0,649 ± 0,063) indican que la selección en animales jóvenes podría generar avances relevantes (Vargas Jurado *et al*., 2017). No obstante, la conversión de un rodeo lanar a uno de pelo mediante cruzamiento absorbente es un proceso prolongado, que puede demandar 3-4 generaciones (5-7 años) o más en situaciones extremas (Johnson *et al*., 2021). Además, en Uruguay existen razas como Highlander y Border Leicester que, pese al bajo valor de su lana, muestran elevada productividad carnicera (54 y 358 kg de peso vivo de cordero/oveja y/ha/año, respectivamente; Rivero, 2022) y podrían competir con las razas deslanadas consideradas. En consecuencia, resulta prudente evaluarlas rigurosamente antes de promover la incorporación de nuevas alternativas genéticas.

Tabla 3. Afirmaciones frecuentes sobre razas ovinas de pelo y evidencia científica disponible.

Afirmación frecuente	Evidencia científica de la literatura
No requieren manejo	Eliminan esquila, pero requieren manejo nutricional, sanitario y reproductivo similar a otras razas
Ciclan todo el año	Solo algunas razas presentan baja estacionalidad (Blackbelly, St. Croix, Pelibuey, Morada Nova); otras son más estacionales (Dorper y Katahdin)
Son muy prolíficas	Existe alta variabilidad entre razas; las caribeñas suelen ser más prolíficas que Dorper y otras razas de pelo
Son resistentes a parásitos	Algunas (Red Maasai), otras son consideradas susceptibles (Dorper)
Se adaptan a cualquier ambiente	La adaptación depende del origen; muchas razas fueron desarrolladas en sistemas tropicales
Siempre producen más carne	Dorper muestra buen crecimiento dentro de las deslanadas, pero suele no superar a razas carniceras especializadas de lana

- Desempeño reproductivo (estación de cría, prolificidad, precocidad)

La creencia de que todas las razas de pelo ciclan todo el año es una verdad a medias. Muchas muestran cierta estacionalidad (Chadwick y Pearce, 2013) y al ser trasladadas a zonas templadas tienden a acentuarla (Williams y Williams, 2019).

Razas no estacionales: Blackbelly, Saint Croix y Pelibuey (Dearborn *et al.,* 2023; Bennett y Diehl, 2024), destacan por su excelente desempeño reproductivo (Fernandez, 2015; Salinas-Rios *et al*., 2017; Limas-Martínez *et al*., 2023) y precocidad (Zavala Elizarraraz *et al*., 2008; Dearborn *et al.,* 2023). Santa Inês también muestra un comportamiento no estacional (Rodríguez *et al*., 2007; Ribeiro y González-García, 2016), al igual que Morada Nova, que suele presentar un mayor desempeño reproductivo (Rajab *et al*., 1992; Fernandes Júnior *et al*., 2015; Issakowicz *et al*., 2016) y además tiene menores costos de mantenimiento por su menor tamaño (Issakowicz *et al*., 2016).

Razas intermedias: Katahdin y Dorper tienden a ser más estacionales (González-Godínez *et al*., 2014; Fernandez, 2015). Comparativamente, Katahdin es más prolífica que Dorper (Macias-Cruz *et al*., 2012; Salinas-Rios *et al.* , 2017; Limas-Martínez *et al*., 2023), tiene buena producción de calostro y leche y muestra baja mortalidad de corderos (Moore *et al*., 2001; Macias-Cruz *et al*., 2012; Weaver *et al*., 2016; Burgos-González *et al*., 2018; Chay-Canul *et al*., 2019), contribuyendo a considerarla una muy buena opción maternal (Dearborn *et al.,* 2023; Bennett y Diehl, 2024; Magaña Monforte *et al.,* 2024).

Dorper: Su fecundidad es variable y dependiente del manejo (Chadwick y Pearce, 2013). En varios experimentos no muestra diferencias con razas de lana como Merino o derivadas (McGrath *et al*., 2021; Kao *et al*., 2022), incluso en cruzamientos con razas locales en diferentes países, suelen presentar menor desempeño (Gavojdian *et al*., 2013; Worku y Alemayehu, 2017; Ayichew, 2019; Riley *et al*., 2020; Wanjala *et al*., 2023; Oyieng *et al*., 2025). Mientras que en algunas comparaciones sus re-

gistros reproductivos han sido más bajos (Greeff *et al.*, 1993; Brandão *et al.*, 2024).

Si bien la menor estacionalidad habilita sistemas de parto acelerado con cualquiera de ellas, su implementación en Uruguay es cuestionable. En la Tabla 4 se resume la evidencia experimental que compara sistemas de parto acelerado -principalmente tres partos en dos años y, en un caso, el sistema STAR (cinco partos en dos años)- frente al sistema tradicional de un parto anual. El objetivo es cuantificar la ventaja productiva anual bajo distintos contextos y razas.

Son escasos los estudios que comparan en un mismo diseño los sistemas de parto tradicional y acelerado; cuando lo hacen, suelen tomar como referencia la época de servicio más favorable del esquema intensivo. Además, la mayoría evalúa solo uno o dos ciclos productivos, sin analizar su sostenibilidad a largo plazo (Williams y Williams, 2019).

Aun con esas limitaciones, en distintos países, razas y condiciones, el sistema acelerado muestra ventajas consistentes del 15-37% en tamaño de camada al nacimiento y al destete. En la revisión de la tesis doctoral de Nicolo (2007) se reporta, además, una amplia variación en corderos nacidos/oveja/año (1,8-4,6) en sistemas acelerados, atribuible a diferencias ambientales -especialmente nutricionales- y raciales.

La mayoría de los trabajos se desarrolló bajo pastoreo en praderas mejoradas o cultivos forrajeros anuales, con suplementación energética y proteica durante lactancia y servicios, y suplementación de los corderos desde el primer mes. La nutrición es un factor crítico en estos sistemas, dado que la reducción del intervalo interparto (7-9 meses) incrementa sustancialmente las exigencias de la oveja (Ehrhardt, 2014).

La variación racial en desempeño reproductivo se explica principalmente por diferencias en la fertilidad cuando las ovejas se incorporan fuera de la estación y por la duración del anestro estacional (Williams y Williams,

Tabla 4. Indicadores reproductivos y productividad oveja/año: sistema acelerado *vs.* anual.

Referencia	País	Raza	Variable	Superioridad (%)
de Lucas et al. (2009)[1]	México	Columbia	Corderos destetados	25
			Kg cordero destetado	26
Urrutia et al. (2001)[1]	México	Merino Rambouillet	Corderos nacidos	36,7
			Corderos destetados	28,1
			Corderos producidos/oveja/año	44,0
Koyunku (2005)[1]	Pakistán	Kivircik	Corderos nacidos	15
			Corderos destetados	19
de Nicolo (2007)[2]	Nueva Zelanda	Romney Marsh; ½ East Friesian × ¼ Poll Dorset + ¼ Texel	Corderos nacidos	34
			Corderos destetados	18
			Kg cordero destetado	8
Ehrhardt (2014)[1]	EE. UU.	Razas con fertilidad fuera de estación: Dorset, Rambouillet, Merino, Romanov, Finnish; razas de pelo africanas (Barbados Blackbelly, Saint Croix) y compuestas derivadas (Katahdin, Dorper)	Corderos nacidos	37
			Corderos destetados	37
			Corderos comercializados	41

([1]): **Sistema tres partos en dos años**: Servicios: marzo, noviembre y julio. Servicio ≤ 45 días. Intervalo interparto: 7–9 meses. Lactancia: 60 días

([2]): **Sistema STAR (cinco partos en dos años):** El rebaño se divide en tres lotes, cuyo año de producción comienza con el lote 1 en marzo, tras el diagnóstico de gestación, las hembras no gestantes se unen al lote 2 para ser servidas en junio y tras el diagnóstico de gestación, las hembras no gestantes son servidas en agosto integrando el lote 3. Mientras que las ovejas preñadas del lote 1, previamente destetadas vuelven a ser inseminadas en noviembre y tras el diagnóstico de gestación, las hembras no gestantes son servidas en enero en el lote 2. Así se completan 5 partos en dos años (enero, marzo, junio, agosto y noviembre), con 73 d de intervalo interparto y de duración de la lactancia. Uso de progesterona para sincronización y eCG fuera de estación

Consideraciones metodológicas: Excepto el experimento neozelandés (de Nicolo, 2007), los demás trabajos no utilizaron tratamientos hormonales ni manipulación artificial del fotoperiodo. Según Ehrhardt (2014), tanto el sistema de 3 partos en 2 años como el STAR pueden complementarse con intervenciones hormonales o control de fotoperiodo.

2019). La fertilidad fuera de época se relaciona inversamente con la latitud (Williams y Williams, 2019; Ehrhardt, 2014), salvo en razas sometidas a presión selectiva específica, como Finnish Landrace, Romanov y Dorset (Ehrhardt, 2014). Desde una perspectiva comparativa con el sistema tradicional, se ha propuesto que, para justificar esquemas más intensivos, la tasa de concepción en el servicio de menor fertilidad debería alcanzar al menos 67% (Ehrhardt, 2014). Entre las razas con fertilidad fuera de estación se citan Dorset, Rambouillet, Merino y varias razas de pelo de ascendencia africana occidental (Ehrhardt, 2014).

Como alternativa, se han utilizado razas prolíficas en cruzamientos para mejorar los servicios menos favorables, como Finnish Landrace (Fahmy, 1990) y Romanov (Murphy y Freking, 2021). La incorporación parcial de germoplasma prolífico en poblaciones de lana o pelo, seguida de selección, se considera la estrategia más consistente para reducir sustancialmente la duración del anestro estacional (Murphy y Freking, 2021). Asimismo, se han empleado razas compuestas desarrolladas en Canadá y Estados Unidos, como Rideau Arcott (Ehrhardt, 2014) y Composite IV (Murphy *et al*., 2023).

En la mayoría de los sistemas se utiliza el efecto macho, introduciendo retarjos 14 días antes del inicio de los servicios, lo que constituye una alternativa eficaz de sincronización reproductiva.

Además de la vía genética para superar la estacionalidad reproductiva, se han empleado intervenciones hormonales y manipulación del fotoperiodo (de Nicolo, 2006; Ehrhardt, 2014; Williams y Williams, 2019), logrando incrementos muy significativos en la productividad (2,6 a 2,86-3,85 corderos/oveja/año; Ehrhardt, 2014). No obstante, estas estrategias no son universalmente aplicables; en consecuencia, la selección y utilización de genética con aptitud reproductiva fuera de estación continúa siendo la alternativa estructural más relevante.

En los sistemas de parto acelerado, el destete ocurre a menor edad que en los esquemas de un parto anual (60-75 *vs.* 90-120 d), lo que se traduce en menor peso individual al destete. No obstante, la mayor frecuencia de partos genera entre 8-26% más kg de cordero destetado por oveja/año (Tabla 4) y una productividad anual 41% superior (1,95 *vs*. 1,38 corderos comercializables/oveja/año en sistemas intensivos vs. anuales), aun cuando la tasa de reposición suele ser ligeramente mayor en los sistemas más intensivos (Ehrhardt, 2014). Para mejorar el peso al destete en esquemas acelerados se han evaluado distintas estrategias: uso de carneros terminales -especialmente sobre madres de razas de pelo- (Godfrey y Weis, 2016; Wildeus y O'Brien, 2017; Wildeus *et al*., 2021) y retraso del destete, con resultados favorables (de Nicolo *et al*., 2006). Asimismo, extender el destete a 90-120 d en lugar de los 60 habituales podría mantener la productividad y reducir los días de suministro de raciones costosas, con ahorros estimados de US$6-15 por animal (Godfrey y Weis, 2016).

Los costos incrementales para la producción de corderos fuera de temporada, las mayores necesidad alimenticias de la oveja, durante la lactancia y la época de servicio de menor fertilidad (Ehrhardt, 2014) son puntos a considerar. Así se ha reportado un incremento del 6% en los requerimientos energéticos anuales de los sistemas intensivos frente a los tradicionales. Aunque y debido al mayor número de partos/oveja/año, los costos reales son 6% menos/kg de cordero destetado en sistemas de parto acelerado (de Nicolo, 2007). Sin embargo, también hay que considerar los mayores costos laborales y de manejo (35% anual o +13%/cordero destetado; de Nicolo, 2007).

En resumen los sistemas de parto acelerado suelen aumentar la productividad anual de corderos, pero exigen altos niveles de nutrición y manejo, y conllevan mayores costos. Para Uruguay, la prioridad es mejorar la eficiencia del sistema tradicional de un parto al año. Se debe alcanzar un mínimo de 1,3 corderos comercializables por oveja al año antes de considerar sistemas acelerados, cuya rentabilidad exige más de 1,9 (Ehrhardt, 2014). Por otra parte, con registros ≥ 130 corderos/oveja/año, se ha sugerido que tiene más impacto biológico y económico incrementar el peso de los corderos únicos y mellizos al destete que el porcentaje de partos en 10, 20 o 30% (Moloney *et al*., 2023).

Además, en el mercado local no existe de manera sostenida un precio diferencial para corderos fuera de zafra, lo que anula una de las principales ventajas económicas de estos sistemas. Por otro lado, la demanda de carne en la primera mitad del año, de ser sostenida, puede cubrirse con sistemas de cruzamiento terminal usando razas carniceras de lana ya existentes (Bianchi y Garibotto, 1997).

- Resistencia a parasitosis gastrointestinales

Para implementar un manejo adecuado del parasitismo es recomendable utilizar más de un criterio diagnóstico, ya que el empleo exclusivo del recuento de huevos por gramo (HPG) o de la técnica FAMACHA© puede generar evaluaciones sesgadas. Por ejemplo, valores elevados de HPG no siempre se traducen en distintos grados de anemia, por lo que FAMACHA© podría no detectarlos (Fernandes Júnior *et al*., 2015).Además, FA-

MACHA© es un método subjetivo, dependiente de personal entrenado, aplicable básicamente a *Haemonchus contortus* y orientado a la detección de casos clínicos. En consecuencia, la combinación de ambos criterios con parámetros sanguíneos y la evaluación de peso o condición corporal -según la categoría animal- constituye una estrategia diagnóstica más sólida y puede contribuir a identificar genotipos con mayor resistencia parasitaria.

Existe evidencia sólida de que algunas razas de pelo son resistentes a endoparásitos como *Haemonchus contortus*.

Razas resistentes: Red Maasai (Baker y Gray, 2003; Chadwick y Pearce, 2013; Dearborn *et al*., 2023; Wanjala *et al*., 2023), Barbados Blackbelly (Baker y Gray, 2003; Fernandez, 2015) y Saint Croix (Courtney *et al*., 1985; Baker y Gray, 2003; Vanimisetti *et al*., 2004; Fernandez, 2015; Bennett y Diehl, 2024). También, aunque de lana, hay evidencias claras de resistencia a parásitos en la raza Nativa de Florida, EEUU (Florida Cracker; Baker y Gray, 2003; Bennett y Diehl, 2024),

Resistencia moderada: Katahdin (Vanimisetti *et al*., 2004; Weaver *et al*., 2018; 2022; Bennett y Diehl, 2024; Luna-Palomera *et al*., 2025), Morada Nova (Fernandes Júnior *et al*., 2015; Issakowicz *et al*., 2016; Dearborn *et al*., 2023) y Santa Inês (Rocha *et al*., 2014; Gonçalves *et al*., 2018). En Santa Inês, la introgresión con razas carniceras ha sido asociada a una reducción de su rusticidad (Issakowicz *et al*., 2016; Ribeiro y González-García, 2016). Además, se ha descrito en esta raza una elevada diversidad fenotípica, lo que refuerza la necesidad de definir con claridad objetivos y criterios de selección para consolidar un estándar productivo bien caracterizado (Ribeiro y González-García, 2016). Frente al cruzamiento frecuente e indiscriminado con Dorper, y con el fin de preservar variabilidad genética, se ha evaluado con resultados favorables la raza Berganês (Bergamasca × Santa Inês), considerada igualmente apta para regiones tropicales que la cruza Dorper × Santa Inês (Silva Filho *et al*., 2021).

Susceptibles: Dentro de las razas susceptibles de pelo se señala a Dorper que requiere un monitoreo parasitario más intensivo y se considera de las menos resistentes (Vanimisetti *et al*., 2004; Chadwick y Pearce, 2013; Gonçalves *et al*., 2018; Dearborn *et al*., 2023; Wanjala *et al*., 2023; Bennett y Diehl, 2024).

Dentro de las razas de lana, las más susceptibles son: Rambouillet, Finnish Landrace (Courtney *et al*., 1985), Dorset (Courtney *et al*., 1985; Vanimisetti *et al*., 2004), Île de France (Rocha *et al*., 2014) y Suffolk (Chadwick y Pearce, 2013; Weaver *et al*., 2018;2 022). La raza Texel ha mostrado buen comportamiento en cruzamientos con Santa Inês (Gonçalves *et al*., 2018) y Katahdin (Weaver *et al*., 2018; 2022).

En resumen, si bien la resistencia a parásitos es deseable, bajo el stock, disponibilidad de herramientas químicas y manejo actuales en Uruguay no constituye un factor por sí determinante.

Sin embargo, sobre otras patologías que representan un desafío crítico para la ovinocultura global, la información publicada es significativamente menor. Un ejemplo es la susceptibilidad al pietín, donde se reporta una mayor sensibilidad en el Dorper (Chadwick y Pearce, 2013), aunque su respuesta al tratamiento es comparable a otras razas (Burke y Parker, 2007). No obstante, el reciente estudio de Cinar *et al*. (2024), identifica en Katahdin y Blackbelly asociaciones genómicas significativas que marcan un hito en la detección de marcadores de resistencia. Estos hallazgos posicionan a dichas razas como poblaciones de referencia fundamentales para la selección asistida, ofreciendo una herramienta genética tangible ante desafíos ambientales críticos.

- Rusticidad (estrés calórico y capacidad para sobrevivir en entornos hostiles con dietas de baja calidad y escasez de agua)

En Uruguay y en el mundo el estrés térmico ha cobrado una importancia crítica debido a la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos. Aunque el ovino es más resistente que el vacuno al estrés por calor, no deja de ser un factor clave en el bienestar del animal afectando el consumo, el desempeño reproductivo y la producción de carne. El estrés previo a la faena también puede afectar la calidad de la carne, aunque los efectos del estrés calórico de corto plazo (hasta 2 semanas) son variables y dependen de la duración de la exposición (Zhang e*t al*., 2021). Estudios recientes muestran que una restricción hídrica moderada (hasta 20%) en corderos engordados a corral no compromete la calidad de la carne y, combinada con el uso de razas eficientes en el uso del agua como Meatmaster, permite reducir la huella hídrica de la producción en climas cálidos y secos (Pahlane *et al*., 2025).

Más allá de que existen medidas de mitigación (acceso a sombra y agua fresca de calidad y planificación de movimientos de hacienda en horas de menor radiación solar y/o pastoreos en horas de menor intensidad calórica) y herramientas para gestionar este riesgo (disponibilidad del Índice de Temperatura y Humedad con hasta 7 d de anticipación que ofrece INIA), también existen recursos genéticos más apropiados que otros.

Las razas de pelo, cuentan con genes de termo-tole-

rancia y por la estructura de su piel y pelaje, disipan mejor el calor que las de lana (Pérez *et al*., 2020). El color claro del pelaje también es una ventaja y la raza Santa Inês es un ejemplo, mostrando los ejemplares de pelaje blanco mayor resistencia al estrés térmico que los de pelaje negro o marrón, por su mayor reflectancia (Correa *et al*., 2012; González-García, 2016).

Sin embargo, existen diferencias que muchas veces responden al origen de las diferentes razas. Así Saint Croix desarrollada en un entorno tropical con condiciones altamente estresantes, explica su mayor adaptación al estrés térmico que las razas Dorper y Katahdin originarias de regiones con condiciones climáticas diferentes (Tadesse *et al*. 2024). A su vez, Saint Croix, presenta menor tamaño corporal y se adapta mejor al estrés térmico que razas más grandes como Dorper y Katahdin, que tienen más dificultad para disipar calor (Dearborn *et al*., 2023; Tadesse *et al*., 2024). Además, Dorper y Katahdin dependen menos de la sudoración debido a su pelaje grueso y la presencia de algo de lana bajo el manto y tienden a aumentar su temperatura corporal y frecuencia respiratoria bajo estrés térmico (Tadesse *et al*. 2024).

Aunque Dorper es considerada una raza adaptada a zonas áridas, podría presentar menor tolerancia al calor que otras razas de pelo debido a la influencia genética de Dorset, de origen templado. Sin embargo, se destaca por su eficiencia para enfrentar fluctuaciones en la disponibilidad de alimento y agua y por un hábito de pastoreo menos selectivo que el Merino (Chadwick y Pearce, 2013). Asimismo, un estudio realizado en Estados Unidos demostró que ovejas de pelo Dorper, Saint Croix y Katahdin pueden reducir significativamente sus requerimientos de mantenimiento ante restricciones severas de alimento (45%), evidenciando una notable capacidad de ajuste metabólico (Tadesse *et al*., 2019).

En estudios brasileños, Morada Nova y Santa Inês mostraron mayor resistencia al estrés térmico que Dorper (Cruz Júnior *et al*., 2015a; 2015b; Vieira *et al*., 2023).

Las diferencias en el origen fue utilizado también en Brasil para la regionalización racial propuesta por McManus *et al*., (2016) y Ribeiro y González-García, (2016). Así la región sur es la más adecuada para todas las razas de ovejas, aunque las razas de pelo pueden tener problemas durante el invierno, a pesar que Santa Inês puede criarse en casi todos los entornos. En los ambientes rigurosos, con sistemas de producción extensivos, como en la zona semiárida del Nordeste, las razas más indicadas son las más pequeñas: Morada Nova, Somalís Brasileira y Rabo Largo. En las zonas marginales, pero con mejor nutrición, se pueden utilizar otras razas más grandes: Santa Inês, Cariri y Bergamasca Brasileira. El grupo genético Pantaneira puede utilizarse en cualquiera de estas situaciones, aunque se recomienda para regiones con mayor humedad relativa.

En Sudáfrica, las razas derivadas del Merino (Dohne Merino y South African Mutton Merino) predominan en los corrales de engorde. Sin embargo, Dorper, Dormer y Meatmaster han ganado aceptación por su rusticidad y eficiencia productiva comparable (Mupfiga *et al*., 2022). La incorporación de razas autóctonas de gran tamaño, como Damara y Namaqua Afrikaner, es reciente, mientras que las de menor tamaño, como Pedi, prácticamente no se utilizan en feedlot (Mupfiga *et al.,* 2022). Su baja adopción se asocia a la acumulación de grasa en la cola, menor tamaño corporal, bajo peso y reducidas tasas de crecimiento. No obstante, estas razas muestran alta eficiencia en el uso de alimento y agua, pudiendo obtener energía y agua metabólica a partir de la movilización de la grasa caudal en períodos de escasez (Mupfiga *et al*., 2022). En consecuencia, Damara y Pedi se perfilan como opciones de primera elección en zonas áridas con extrema limitación de recursos, mientras que Meatmaster y Dorper serían más adecuados para regiones semiáridas con restricciones moderadas (Mupfiga *et al*., 2022).

La superioridad adaptativa frecuentemente atribuida a las razas deslanadas debe interpretarse con cautela. La respuesta al estrés térmico depende no solo del tipo de cobertura corporal sino también del ambiente donde la raza evolucionó y fue seleccionada (McManus *et al.,* 2016; Ribeiro y González-García, 2016; Dearborn *et al*., 2023). En consecuencia, razas desarrolladas en ambientes tropicales o semiáridos no necesariamente presentan ventajas adaptativas cuando se trasladan a sistemas templados húmedos.

En los últimos años se ha postulado que las razas ovinas de pelo podrían presentar ventajas ambientales frente a las razas laneras, particularmente en sistemas de bajos insumos. No obstante, cuando esta afirmación se evalúa específicamente en términos de intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de producto, la evidencia comparativa disponible en sistemas templados es escasa y no permite sustentar de forma consistente una superioridad de las razas de pelo respecto de las laneras.

- Producción de carne: características del animal vivo, calidad de canal y carne

Dentro de las razas de pelo, la que más se ha estudiado y también la de mayor distribución mundial es Dorper, particularmente su variedad negra. White Dorper

se ha difundido y estudiado menos (11% de los trabajos revisados en los que se evaluó la raza). Aunque no se han encontraron diferencias de importancia entre ambas variedades (Shackelford *et al*., 2012) o cuando se encontraron se debieron a que se utilizó -además- genética Van Rooy (raza de pelo blanco de cola gorda africana originada de la cruza Afrikaner x Rambouillet) para aumentar el número de ejemplares blancos en White Dorper (Freking y Murphy, 2021).

El principal aporte de Dorper ha sido mejorar el peso, velocidad de crecimiento, grado de terminación y/o calidad de canal en cruzamientos con razas locales en diversos países (Burke *et al*., 2003; Macias-Cruz *et al*., 2009; Malhado *et al*., 2009; Gavojdian *et al*., 2013; Souza *et al*., 2013; Tsegay *et al*., 2013; Fernandes Júnior *et al*., 2015; Souza *et al*., 2016; Issakowicz *et al*., 2017; Ayichew, 2019; Figueiredo *et al*. 2019; de Rezende *et al*., 2020; Abebe *et al*., 2023; Limas-Martínez *et al*., 2023; Vergara-Garay *et al*., 2023; Wanjala *et al*., 2023).

La raza Dorper es superior a la mayoría de las razas de pelo, aunque en varios trabajos revisados no muestra diferencias relevantes con Katahdin (Macias-Cruz *et al*., 2009; Macias-Cruz *et al*., 2012; Chadwick y Pearce, 2013; Fernandez, 2015; Limas-Martínez *et al*., 2023; Salgado *et al*., 2025).

Su principal desventaja radica cuando se la ha comparado con razas carniceras de lana, donde su desempeño ha sido inferior (Paim *et al*., 2013; Bianchi *et al*., 2015; Rosas-Rodríguez, *et al*., 2022) o, a lo sumo, igual (Cloete *et al*. 2000; Shackelford *et al*., 2012; Chadwick y Pearce, 2013; da Silva *et al*., 2014; Bianchi *et al*., 2016) al de razas como Texel, Southdown, Charollais, Suffolk; Dorset o Île de France.

Los corderos Dorper son de maduración temprana y depositan grasa a menor edad y peso; para evitar canales excesivamente grasas deberían faenarse con ≤ 42 kg de peso vivo (Cloete *et al*., 2000; Brand *et al*., 2017). Esto restringe su capacidad para producir canales pesadas y magras, a diferencia de razas laneras de maduración tardía derivadas del Merino en Sudáfrica (Merino, Dohne, South African Mutton Merino; Brand *et al*., 2017; 2018).

La raza Dormer, de tipo terminal, combina peso adulto similar al South African Mutton Merino con mayores tasas de crecimiento y mayores pesos al sacrificio (Van der Merwe *et al.,* 2019). En cambio, Meatmaster, al igual que Dorper, es de maduración temprana, adaptada a regiones áridas, y deposita grasa a menor edad y peso que Dohne, Dormer y South African Mutton Merino (Van der Merwe et al., 2019; 2022).

En sistemas extensivos, las razas autóctonas sudafricanas utilizan mejor el forraje que las mejoradas. En razas de maduración temprana (Dorper, White Dorper, Meatmaster y Namaqua Afrikaner), el uso de dietas de menor densidad energética puede retrasar la deposición grasa. Dado su menor período de engorde e ingesta acumulada, pueden alcanzar el grado de terminación deseado con menos alimento, aunque con menor peso de canal (Van der Merwe *et al*., 2020). Si el sacrificio se fija por edad, Dorper alcanza antes el peso objetivo que las razas laneras, reduciendo días en corral y costos de alimentación, con mejor conversión. Como alternativa, el cruzamiento terminal de ovejas Dorper con razas más magras (Île de France, South African Mutton Merino) es una opción viable en sistemas comerciales (Cloete *et al*., 2007).

Los estudios comparativos sobre calidad de carne en razas de pelo frente **a** razas de lana son limitados, en contraste con la extensa evidencia disponible sobre crecimiento, eficiencia alimenticia y atributos de canal. En parámetros instrumentales -pH post-mortem, color, terneza, pérdidas por cocción y capacidad de retención de agua-, las diferencias interraciales son generalmente pequeñas y frecuentemente no significativas, aunque algunas razas de lana presentan valores medios superiores en ciertos atributos (Duckett y Greiner, 2005; Shackelford *et al*., 2012; Rosas-Rodríguez *et al*., 2022; Dearborn *et al*., 2023; Heimbuch *et al*., 2023).

En términos sensoriales, la hipótesis de que las razas de pelo generan carne de sabor más suave por su menor contenido de lanolina no se confirma de manera consistente: paneles sensoriales reportaron menor aceptación de la carne de Dorper (Villatoro *et al*., 2021), mientras que otros estudios no evidenciaron diferencias significativas respecto a otras razas de pelo y lana (Shackelford *et al*., 2012). Estos hallazgos sugieren que, aunque existen variaciones interraciales, factores de manejo, alimentación y procesamiento post-sacrificio ejercen una influencia más determinante sobre los atributos de la carne que la genética de raza por sí sola, como se señala en la revisión de Sañudo *et al*., (1998).

Una excepción parcial ha sido reportada en biotipos seleccionados para mercado gourmet como la raza de pelo australiana Australian White (formada a partir de: Van Rooy, White Dorper, Texel y Poll Dorset) que se destaca por tener mayor grasa intramuscular con un punto de fusión muy bajo, similar a la carne Wagyu (https://www.margralamb.com/breed/). A su vez, la carne de esta raza en cruzamientos con ovejas autóctonas de China resultó más roja, con mayor contenido de proteína y sabores más intensos comparativamente con animales cruza

Dorper y la raza autóctona pura (Xiao *et al*., 2024).

- Otros elementos a considerar en las razas de pelo

Se ha señalado la necesidad de establecer pautas nutricionales específicas para las razas de pelo, dado que los requerimientos definidos para razas laneras podrían no ser directamente extrapolables (Chadwick y Pearce, 2013; Dearborn *et al*., 2023). Asimismo, distintos trabajos advierten sobre el riesgo de erosión genética en razas locales -con eventual pérdida de adaptación al ambiente- frente a la introducción de razas exóticas mediante cruzamientos no siempre estratégicamente planificados (Getachew *et al*., 2016; Worku y Alemayehu, 2017; Silva Filho *et al*., 2021; Wanjala *et al.,* 2023).

Al interpretar el desempeño de las diferentes razas analizadas, es importante reconocer que las diferencias no solo reflejan características biológicas intrínsecas, sino también el tamaño poblacional y el desarrollo de los programas de mejoramiento genético. El desempeño del Katahdin refleja la sinergia entre su aptitud biológica y una arquitectura de selección multicarácter con alta densidad genómica y conectividad (Nilson *et al*., 2025; Pinto *et al*., 2025). Si bien otros biotipos de pelo -como el Dorper- poseen programas de mejora consolidados y parámetros de eficiencia definidos (Besufkad *et al*., 2024), la profundidad de metadatos del Katahdin optimiza la precisión de las evaluaciones frente a desafíos ambientales (Arisman *et al*., 2023).

4.4. Comparación de atributos de razas de pelo y lana promisorias en Uruguay

A modo de síntesis comparativa de la información revisada, la Tabla 5 resume el posicionamiento relativo de los principales grupos raciales en función de atributos productivos, sanitarios y ambientales.

Razas caribeñas: Muy efectivas en la muda, excelente desempeño reproductivo (no estacionales, prolíficas), alta resistencia a parásitos y adaptadas a climas cálidos. Su punto débil es la producción de carne (menor peso y conformación).

Razas brasileñas: Buena muda y reproducción, rústicas y adaptadas al calor. La resistencia a parásitos presenta diferencias en subpoblaciones de Santa Inês y es mayor en Morada Nova, que también muestra mejor desempeño reproductivo. En carne, Santa Inês es superior a las caribeñas.

Katahdin: Muy buena capacidad de muda, muy equilibrada en reproducción (excelente madre) y producción de carne (maduración más tardía, permite canales más pesadas y magras). Resistencia a parásitos superior a Dorper.

Dorper: Muda parcial, buen desempeño reproductivo (aunque algo más estacional que las anteriores), corto intervalo interparto e igualmente precoz sexualmente. Muy adaptada a climas secos y forrajes de mala calidad, pero con baja resistencia a parásitos. Su fuerte es la producción de carne, de maduración temprana.

Razas maternales y carniceras de lana: Requieren esquila. Sobresalen en producción de corderos (reproducción y habilidad materna) y presentan una estacionalidad

Tabla 5. Eficiencia productiva: razas de pelo *vs.* maternales y carniceras de lana corta, según entorno.

Grupo racial / Raza	Muda	Reproducción	Resistencia a parásitos	Estrés calórico	Ambientes hostiles	Producción de carne	Contexto más ventajoso
Caribeñas: St. Croix, Blackbelly, Pelibuey	↑	↑	↑	↑	↑	↓	Maternal rústico (trópico)
Brasileñas: Santa Inês, Morada Nova	↑	↗	=	↑	↑	=	Maternal rústico (semiárido)
Katahdin	↑	↗	↗	↗	=	↗	Maternal carnicero (subtrópico húmedo)
Dorper / White Dorper	=	=	↓	=	↑	↑	Terminal (árido y semiárido)
Maternales carniceras\ Highlander, Border Leicester	↓	↑	↘	↘	↘	↑	Maternal carnicero (templado-frío)
Carniceras de lana corta\ Suffolk, Hampshire Down, Southdown, Dorset	↓	=	↘	↘	↘	↑	Terminal (templado-frío)

Leyenda: ↑: Positivo / ventaja; ↗: Intermedio con tendencia positiva; = : Intermedio; ↘: Intermedio con tendencia negativa; ↓ : Negativo

menor que muchas de las razas carniceras de lana corta, sobretodo Highlander. Requieren mejores condiciones ambientales que las de pelo para maximizar producción.

Razas carniceras de lana corta: No mudan, son más estacionales (a excepción de Île de France y sobretodo Poll Dorset) y menos rústicas. Su mayor potencial es la producción de carne, produciendo canales pesadas con diferencias en la deposición de grasa en función de la raza considerada.

Aunque el presente trabajo se centró en comparaciones entre razas puras, algunos de los resultados analizados en esta revisión sugieren que la incorporación de razas ovinas de pelo en esquemas de cruzamiento también constituye una alternativa a considerar. Sus atributos de prolificidad, rusticidad y adaptación permiten su integración como líneas maternas o como razas terminales orientadas a la producción de carne, con el fin de aprovechar la heterosis y complementar características productivas. En este contexto, la genética deslanada no necesariamente implica sustitución, sino que puede incorporarse parcialmente en sistemas basados en razas laneras adaptadas a ambientes templados.

4.5. Prioridades de investigación para la evaluación comparativa de razas ovinas de pelo en sistemas pastoriles templados

Debido a que la mayor parte de la evidencia sobre razas ovinas de pelo ha sido generada en ambientes tropicales o subtropicales, su desempeño en sistemas pastoriles templados requiere validación experimental bajo condiciones locales para orientar decisiones productivas y de política sectorial.

La información disponible indica que futuras evaluaciones deberían realizarse mediante diseños experimentales comparativos robustos y enfoques multidisciplinarios, en los que las razas de pelo, en pureza o cruzamientos, se analicen contemporáneamente con biotipos laneros presentes en el país con desempeño productivo consistentemente alto en condiciones pastoriles, incluyendo razas maternales como Highlander y Border Leicester, así como razas carniceras de lana corta evaluadas y utilizadas en esquemas de cruzamiento terminal. Estos estudios deberían integrar la reproducción, la resistencia a parásitos, el crecimiento, las características de canal y la calidad instrumental y sensorial de la carne, la calidad de grasa, así como el comportamiento en distintos esquemas de cruzamiento, junto con el análisis de los mecanismos fisiológicos, genéticos y de manejo que determinan dichas diferencias, incluyendo la estimación de componentes aditivos y no aditivos y la cuantificación de la eficiencia biológica y del impacto ambiental por unidad de producto en condiciones pastoriles.

5 – CONCLUSIONES

La ovinocultura uruguaya necesita urgentemente revertir la caída del stock y mejorar sus indicadores productivos. Esto requiere la aplicación sistemática de un paquete tecnológico ya disponible. Los resultados observados sugieren que las estrategias tradicionales de transferencia tecnológica no han logrado una adopción suficiente de prácticas de alto impacto productivo.[1]

Paralelamente, debe existir una comunicación clara sobre la estructura racial. Es imperativo abandonar el modelo de doble propósito y avanzar hacia la especialización productiva. Se debe apostar por materiales ya existentes en el país con probado potencial:

1. Razas maternales y carniceras (Highlander, Border Leicester) para incrementar rápidamente los registros reproductivos y la producción de carne.
2. Razas carniceras de lana corta (Hampshire, Southdown, Île de France, Texel, Suffolk, Poll Dorset) para sistemas de cruzamiento terminal.

El mensaje de las instituciones debe ser preciso y sin ambigüedades. En el contexto actual, los sistemas doble propósito (a excepción del Dohne) presentan crecientes dificultades para competir frente a modelos productivos basados en especialización. La idea de que “todas las razas aportan lo suyo” es una omisión que ha costado años de estancamiento.

La importación y difusión de genética de razas deslanadas debe guiarse institucionalmente y evaluarse rigurosamente, ya que la ausencia de lana por sí sola no garantiza equilibrio productivo ni sanitario.

Si el objetivo es maximizar rusticidad extrema, existen biotipos deslanados especializados, aunque con baja expresión carnicera. Pero si el país necesita reducir la dependencia de la esquila -especialmente en productores con limitantes de escala y comercialización de lana-, mejorar la resiliencia sanitaria y mantener niveles competitivos de producción de carne, algunos biotipos deslanados emergen como candidatos de interés para su evaluación bajo diseños experimentales rigurosos. A la luz de la revisión realizada, Katahdin se posiciona como el biotipo más consistente en este sentido, cuya fortaleza no solo reside en su biología, sino también en la solidez de sus programas de mejora genética, basados en registros extensivos, evaluaciones precisas y esquemas

1- https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-02/encuesta_ganadera_2016_22012019.pdf.

de selección estructurados. Esta combinación de biotipo adaptativo y desarrollo genético constituye una hipótesis productiva robusta: si su desempeño en ambientes mejorados se aproxima al de las razas maternales carniceras, podría configurarse como un biotipo funcionalmente equivalente sin lana.

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abebe, A. et al. 2023. Effect of genotype and environment on the productive and survivability traits of lambs under a community-based management system. J. Agric. Food Res.13, 100644.

Arisman, B.C., et al. 2023. Genotype by environment interaction and heteroscedasticity influence the expression of parasite resistance in Katahdin sheep. J. Anim. Sci. 101: 1-10.

Ayichew, D. 2019. Review Article - Agriculture. Dorper sheep cross breeding with indigenous sheep breed in Ethiopia. J. Appl. Adv. Res. 4 (1): 36-41.

Baker, R.L. and Gray, G.D. 2003. Appropriate Breeds and Breeding Schemes for Sheep and Goats in the Tropics: The Importance of Characterizing and Utilizing Disease Resistance and Adaptation to Local Stresses. Australian Centre for International Agricultural Research. In: Sani R., Gray G.D., Baker R.L. (eds.). ACIAR, pp. 63-95.

Bennett, L. and Diehl, B. N. 2024. Selection of sheep meat breeds in Florida. UF/IFAS Ext. 6 p.

Besufkad, S., et al. 2024. Genetic parameters for growth traits and Kleiber ratio in Dorper sheep. Heliyon, 10, e24971.

Bianchi, G. y Garibotto, G. 1997. Uso de razas carniceras en cruzamientos terminales y su impacto en la producción de carne. En: Alternativas tecnológicas para la producción de carne ovina de calidad en sistemas pastoriles. Hemisferio Sur, Montevideo. pp.65-106.

Bianchi, G. et al. 2015. Evaluación biológica y económica de diferentes pesos al destete de corderos cruza Dorper y Southdown. Veterinaria (Montev.) 51 (197):4-10.

Bianchi, G. et al. 2016. Avaliação da progênie de ovelhas Merino Australiano cruzadas com carneiro Dorper ou Southdown. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 68 (1):164-172.

Bianchi, G. 2021. Manual de Buenas Prácticas de Producción Ovina. Microsules / PlusAgro. 190 p.

Brand, T.S. et al. 2017. Effect of days in feedlot on growth performance and carcass characteristics of Merino, SAMM and Dorper lambs. S. Afr. J. Anim. Sci. 47 (1): 26-33.

Brand, T.S. et al. 2018. Analysis of carcass characteristics and fat deposition of Merino, SAMM and Dorper lambs housed in a feedlot. S. Afr. J. Anim. Sci. 48 (3):477-488.

Brandão, J.C.A.B. et al. 2024. Comparative analysis of Santa Inês and Dorper crossbred sheep: productive and reproductive efficacy in the semi-arid. Ciênc. Anim. Bras. 25, 75817E

Burgos-González, C. et al. 2018. Short communication: milk production and lamb development in Saint Croix and Katahdin hair sheep breeds (*Ovis aries*). Trop. Anim. Health Prod. 50 (3): 683-687.

Burke, J.M. et al. 2003. Effect of breed type on performance and carcass traits of intensively managed hair sheep. Meat Sci. 63 (3): 309-315.

Burke, J.M. and Parker, C.F. 2007. Effect of breed on response to foot rot treatment in mature sheep and lambs. Small Rumin. Res. 71: 165-169.

Chadwick, M. and Pearce, K. 2013. Nutritional management of Dorpers for reproduction and growth in Australia: A literature review. Meat & Livestock Australia. 64 p.

Chay-Canul, A.J. et al. 2019. Ewe and lamb pre-weaning performance of Pelibuey and Katahdin hair sheep breeds under humid tropical conditions. Ital. J. Anim. Sci. 18 (1): 850-857.

Cinar, M.U. et al. 2024. Genome-wide association with footrot in hair and wool sheep. Front. Genet. 14, 1297444

Cloete, S.W.P. et al. 2000. Productive performance of Dorper sheep. Small Rumin. Res. 36:119-135.

Cloete, J.J. et al. 2007. Terminal crossbreeding of Dorper ewes to Île de France, Merino Landsheep and SA Mutton Merino sires: Ewe production and lamb performance. Small Rumin. Res. 69: 28-35.

Correa, M.P.C. et al. 2012. Heat tolerance in three genetic groups of lambs in central Brazil. Small Rumin. Res. 104: 70-77.

Courtney, C.H. et al. 1985. Resistance of exotic and domestic lambs to experimental infection with *Haemonchus contortus*. Int. J. Parasitol. 15 (1): 101-109.

Cruz Júnior C.A. et al. 2015a. Effects of testicle insulation on seminal traits in rams: Preliminary study. Small Rumin. Res. 130: 157-165.

Cruz Júnior C.A. et al. 2015b. Laser and thermographic infrared temperatures associated with heat tolerance in adult rams. Small Rumin. Res. 132: 86-91.

da Silva A.F. et al. 2014. Production traits in F1 and F2 crosses with naturalized hair breed Santa Inês ewes. SpringerPlus 3: 66.

Dearborn, L. et al. 2023. Hair sheep in the Americas: economic traits and sustainable production. Front. Anim. Sci. 4:1195680.

De Barbieri, I. et al. 2025. Identificación de ovinos robustos al cambio y la variabilidad climática.

AGRO.29,1477

de Nicolo, G. et al. 2006. Effect of weaning pre- or post-mating on performance of spring-mated ewes and their lambs in New Zealand. N. Z. J. Agric. Res. 49: 255-260.

de Nicolo, G. 2007. Accelerated and out-of-season lamb production in New Zealand. PhD thesis, Massey Univ. 219p.

de Rezende, M.P.G. et al. 2020. Growth curve, carcass traits and Kleiber ratio of Dorper crossbreed with hairless native Brazilian sheep breeds. Small Rumin. Res. 192, 106190

Duckett, S.K. and Greiner, S.P. 2005. Fatty acid composition and palatability of lamb from hair sheep. Virginia State Univ.

Ehrhardt, R. 2014. Accelerated lamb production: an opportunity to build markets and increase production efficiency. Michigan State Univ.

Fahmy, M.H. 1990. The accumulative effect of Finnsheep breeding in crossbreeding schemes: ewe productivity under an accelerated lambing system. Can. J. Anim. Sci. 70: 967-971.

Fernandez, D.L. 2015. Use of hair sheep in Arkansas. Univ. Arkansas Ext. 4p.

Fernandes Júnior G.A. et al. 2015. Performance and parasite control of different genetic groups of lambs finished in irrigated pasture. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 67 (3): 732-740.

Figueiredo et al. G.CH. 2019. Morphofunctional characteristics of Dorper sheep crossed with Brazilian native breeds. Small Rumin. Res. 170: 143-148.

Freking, B.A. and and Murphy. T.W. 2021. Comparison of performance of F1 Romanov crossbred ewes with wool and hair breeds during spring lambing under intensive and extensive production systems. J. Anim. Sci. 99 (1):1-10.

Gavojdian, D. et al. 2013. Productive and reproductive performance of Dorper and its crossbreds under a Romanian semi-intensive management system. S. Afr. J. Anim. Sci. 43 (2): 219-228.

Getachew, T. et al. 2016. Review of sheep crossbreeding based on exotic sires and among indigenous breeds in the tropics: An Ethiopian perspective. Afr. J. Agric. Res. 11 (11): 901-911.

Godfrey, R.W. and Weis, A. J. 2016. Effect of weaning age on hair sheep lamb and ewe production traits in an accelerated lambing system in the tropics. J. Anim. Sci. 94. Issue 3. *Abstract*

Gonçalves, T.C. et al. 2018. Resistance of sheep from different genetic groups to gastrointestinal nematodes in the state of São Paulo, Brazil. Small Rumin. Res. 166:7-11.

González-Godínez, A. et al. 2014. Reproductive performance of Dorper and Katahdin ewes in spring season in the northern Mexico. Trop. Subtrop. Agroecosyst. 17: 123-127.

Greeff, J.G. et al. 1993. Puberty and ovulation rate of Romanov, Dorper, and their crosses during the first breeding season. S. Afr. J. Anim. Sci. 23 (3/4): 113-118.

Heimbuch, M.L. et al. 2023. Evaluation of growth, meat quality, and sensory characteristics of wool, hair, and composite lambs. J. Anim. Sci. 101.

Issakowicz, J. et al. 2016. Parasitic infection, reprodutive and productive performance from Santa Inês and Morada Nova ewes. Small Rumin. Res. 136: 96-103.

Issakowicz, J. et al. 2017. Crossbreeding locally adapted hair sheep to improve productivity and meat quality. Sci. Agric. 75 (4): 288-295.

Johnson, P.L. et al. 2021. Invited Review: A review of the current sheep industry in New Zealand and opportunities for change to meet future challenges. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 81:1-15.

Kao, M.A. et al. 2022. Breed and crossbreeding effects on growth, fitness and reproduction of commercial sheep in South Africa. Small Rumin. Res. 106705

Koyuncu, M. 2005. Reproductive performance of Kivircik ewes of accelerated lambing management. Pak. J. Biol. Sci. 8 (11): 1499-1502.

Limas-Martínez, A.G. et al. 2023. Reproductive and productive behavior of hair sheep under an intensive production system. Agroproductividad 16 (12): 55-62.

Luna-Palomera, C. et al. 2025. Selective Anthelmintic Treatment at Different Physiological Stages in Hair Sheep Under Humid Tropical Conditions. Trop. Anim. Sci. J. 48 (2): 93-101.

Macias-Cruz, U. et al. 2009. Ewe Productivity and Subsequent Pre-weaning Lamb Performance Using Hairsheep Breeds Under a Confinement System J. Appl. Anim. Res. 36 (2): 255-260.

Macias-Cruz, U. et al. 2012. Ovejas Pelibuey sincronizadas con progestágenos y apareadas con machos de razas Dorper y Katahdin bajo condiciones estabuladas: producción de la oveja y crecimiento de los corderos durante el período predestete. Arch. Med. Vet. 44: 29-37.

Magaña-Monforte, J.G. et al. 2024. Reproductive and productive performance of hair sheep in a semi-intensive system in southeastern Mexico. Vet. Méx.11: 2-16.

Malhado, C.H.M. et al. 2009. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. Small Rumin. Res.

84:16-21.

McGrath, S.R. et al. 2021. Utilising dual-purpose crops to produce prime lambs: comparison of White Dorper and Merino sheep on crops and pasture. Anim. Prod. Sci. 61 (11) *Abstract*

McManus, C. et al. 2016. Patterns of heat tolerance in different sheep breeds in Brazil. Small Rumin. Res. 144: 290-299.

Meat & Livestock Australia (MLA). 2024.Sheep Producer Intentions Survey - October 2024 Report. Meat & Livestock Australia, Sydney.

Moloney, A.J. et al. 2023. Bigger lambs or more lambs: the conundrum for New Zealand producers. Livest. Sci. 270, 105204

Moore, B.L. et al. 2001. Evaluation of Katahdin and Wiltshire Horn (Hair sheep breeds): Their Effectiveness in Low Input Management Schemes Sheep Day Report. 6p.

Mupfiga, S. et al. 2022. Meat production, feed and water efficiencies of selected South African sheep breeds. Small Rumin. Res. 214, 106746

Murphy, T.W. and Freking, B.A. 2020. Comparison of performance of F1 Romanov crossbred ewes with wool and hair breeds during fall lambing and body weight and longevity through six production years. J. Anim. Sci. 99: 1-7.

Murphy, T.W. et al. 2023. Comparison of three maternal composite sheep breeds managed under pasture lambing and purebred or terminal mating systems: ewe body weight, reproductive efficiency, and longevity. J. Anim. Sci. 101. *Abstract*

Nilson, S.M. et al. 2025. Genomic diversity of U.S. Katahdin hair sheep. J. Anim. Breed Genet. 142: 408-418.

Oyieng, E. et al. 2025. Lamb survival and ewe longevity in crossbreeding program between indigenous and exotic sheep in semi-arid lands. Small Rumin. Res. 219, 107520

Paim, T.P. et al. 2013. Performance, survivability and carcass traits of crossbred lambs from five paternal breeds with local hair breed Santa Inês ewes. Small Rumin. Res. 112: 28-34.

Pahlane, N. et al. 2025. Meat physicochemical, shelf life, fatty acids and sensory attributes of South African feedlot lamb breeds subjected to varying water restriction levels. Small Rumin. Res. 253, 107647

Pérez, R.V. et al. 2020. Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 11 (1): 205-222.

Pinto, L.F.B. et al. 2025. Estimation of genetic parameters and genetic trends for ewe longevity indicators in U.S. Katahdin sheep. J. Anim. Sci.103, skaf125

Rajab, M.H. et al. 1992. Performance of three tropical hair sheep breeds. J. Anim. Sci. 70: 3351-3359.

Ribeiro, E.L.A. and González-García, E. 2016. Reviews. Indigenous sheep breeds in Brazil: potential role for contributing to the sustainability of production systems. Trop. Anim. Health Prod. Vol. 48: 1305-1313.

Riley, D.G. et al. 2020. Comparative performance of Dorper and Rambouillet ewes on Texas range. Small Rumin. Res. 185, 106065

Rivero. J. 2022. Resultados económicos de sistemas de producción de carne ovina. *En*: Seminario de Carne Ovina 2022: Desafíos para el desarrollo de la cadena en Uruguay. INIA-SUL-INAC.

Rizzo, H. et al. 2021. Is Bluetongue Virus a Risk Factor for Reproductive Failure in Tropical Hair Sheep in Brazil. Acta Sci. Vet. 49, 1812.

Rocha, R.A. et al. 2004. Comparison of the susceptibility of Santa Ines and Île de France ewes to nematode parasitism around parturition and during lactation. Small Rumin. Res. 55: 65-75.

Rodriguez, P.A. et al. 2007. Annual characteristics of estrous activity in wool and hair ewe lambs under subtropical conditions. Sci. Agric. 64 (5): 468-475.

Rosas-Rodríguez, M. et al. 2022. Rendimiento productivo y clasificación de canales de corderos Pelibuey puros y cruzados criados bajo un sistema de producción intensivo en un clima cálido-húmedo. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 13 (4): 962-980.

Salinas-Rios, T. et al. 2017. Productive response of hair ewes crossed with Damara and Dorper and growth of their lambs. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 69 (2):429-436.

Salgado, R.P. et al. 2025. Carcass traits and tissue composition of commercial cuts in hair lambs of different genetic groups finished at 50 kg: Multivariate approach. Small Ruminant Res. 252, 107585

Sañudo, C., et al.1998. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. Meat Sci.49(S1), S29-S64.

Shackelford, D. et al. 2012. Effects of breed of sire on carcass composition and sensory traits of lamb. J. Anim. Sci. 90 (11): 4131-4139.

Silva Filho, J.R.V. et al. 2021. Does crossbreeding improve the performance and carcass traits of Berganês sheep? Trop. Anim. Health Prod. 53: 451.

Snyman, M.A. and Olivier, W.J. 2002. Productive performance of hair and wool type Dorper sheep under extensive conditions. Small Rumin. Res. 45: 17-23.

Souza, D.A. et al. 2013. Growth performance, feed efficiency and carcass characteristics of lambs produced from Dorper sheep crossed with Santa Inês or Brazilian

Somali sheep. *Short communication*. Small Ruminant Res.114: 51-55..

Souza, D.A. et al. 2016. Effect of the Dorper breed on the performance, carcass and meat traits of lambs bred from Santa Inês sheep. Small Ruminant Res.145: 76-80.

Tadesse, D. et al. 2019. Effects of hair sheep breed and region of origin on feed dry matter required for maintenance without and with a marked feed restriction. Livest. Sci. 226: 114-121.

Tadesse, D. et al. 2024. Differentiation of Hair Sheep Breeds Based on the Physiological and Blood Biochemical Changes in Response to Different Stressors Using Multivariate Analysis Techniques. Anim. Vol. 13. 15p.

Tsegay, T. et al. 2013. Comparative evaluation of growth and carcass traits of indigenous and crossbred (Dorper × Indigenous) Ethiopian Sheep. Small Ruminant Res.114: 247- 252.

Urrutia, J. et al. 2001. Reproductive Performance of Merino Rambouillet Ewes under Three Cycles of Accelerated Lambing. WTSB 49 (3): 193-201.

Van der Merwe, D.A. et al. 2019. Application of growth models to different sheep breed types in South Africa. Small Rumin. Res. 178: 70-78.

Van der Merwe, D.A. et al. 2020. Premium lamb production of South African sheep breeds types under feedlot conditions. S. Afr. J. Anim. Sci. 50 (4):578-587.

Van der Merwe, D.A. et al. 2022. Using ultrasound to predict fat deposition in growing lambs of different South African sheep breed types. Small Rumin. Res. 210, 106670

Vanimisetti, H.B. et al. 2004. Performance of hair sheep composite breeds: Resistance of lambs to *Haemonchus contortus*. J. Anim. Sci. 82: 595-604.

Vargas Jurado, N. et al. 2017. Genetic relationship between wool shedding in ewe-lambs and ewes. J. Anim. Sci. 95: 94-95.

Vergara-Garay, O. et al. 2023. Crecimiento y propiedades de la canal en ovinos de Pelo Criollo Colombiano (OPC) y F1 Dorper x OPC. Rev. investig. vet. Perú**.** 34 (2) e23786

Vieira, R.A. et al. 2023. Path analysis for heat tolerance in sheep. Small Rumin. Res. 229, 107125

Villatoro, K.M. et al. 2021. Quality, proximate composition, and sensory characteristics of Dorper, domestic commercial crossbred, and Australian sheep meat: a comparative study. Transl. Anim. Sci. 5:1-12.

Wanjala, G. et al. 2023. On-station comparative analysis of reproductive and survival performance between Red Maasai, Dorper, and Merino sheep breeds. Anim.17 (3), 100715

Weaver, A.R. et al. 2016. Evaluation of Pre-Weaning and Grazing Performance of Terminal Sire Breeds for Hair Sheep Production Systems. J. Anim. Sci. 95 (1): 51- 52.

Weaver, A.R. et al. 2018. Evaluation of Terminal Sire Breeds for Hair Sheep Production Systems on Lamb Birth, Weaning and Grazing Performance: Year 3. J. Anim. Sci. 96 (1): 69.

Weaver, A.R. et al. 2022. Evaluation of terminal sire breeds for hair sheep production systems: Forage environment. Small Rumin. Res. 213, 106739

Wildeus, S. and O'Brien, D. 2017. Growth and FAMACHA scores in purebred and terminal sire crossbred lambs produced from landrace hair sheep under an accelerated mating system. J. Anim. Sci. 95 (4): 332.

Wildeus, S. et al. 2021. Evaluation of Barbados Blackbelly and St. Croix hair sheep under accelerated lambing using purebred and terminal sire mating: Ewe fertility, prolificacy, and productivity. J. Anim. Sci. 99 (3): 487-488.

Williams, N. and Williams, S. 2019. B.GOA.1902 Final Report (Literature Review). Meat & Livestock Australia. Foresthill Consulting. 158p.

Worku, D. and Alemayehu, K. 2017. Review Articles. On Farm and On Station Comparative Performances Evaluation of Indigenous Sheep with Their Exotic Crosses: The Case in Dorper and Awassi Crosses In Ethiopia. J. Appl. Anim. Sci. 10 (2): 9-22.

Xiao, CH. et al. 2024. The comparison of meat yield, quality, and flavor between small-tailed Han sheep and two crossbred sheep and the verification of related candidate genes. Front. Nutr**.** 11, 1399390.

Zavala Elizarraraz, R. et al. 2008. Pubertad en hembras de cinco razas ovinas de pelo en condiciones de trópico seco. Zootec. Trop. 26 (4): 465-473.

Zhang, M. et al. 2021. Impact of heat stress on the growth performance and retail meat quality of 2nd cross (Poll Dorset × (Border Leicester × Merino)) and Dorper lambs. Meat Sci. Vol.181, 108581

de Lucas, T. J. et al.. 2009. Evaluación biológica de dos sistemas de apareamiento en ovinos de raza Columbia en producción intensiva. Vet. Méx., 40 (2): 105-122.

FIEBRE AFTOSA EN AGENDA: Situación global, evaluación de riesgos y preparación en Uruguay

Marcelo Rodríguez[1], Magdalena Cassarino[3], María Victoria Iriarte[1,2]*

1- Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG - MGAP), 2- Unidad de Medicina Preventiva y Epidemiología Veterinaria, Facultad de Veterinaria, UdelaR, 3- Departamento de Campo, División Sanidad Animal (DSA) de la DGSG -MGAP

* miriarte@mgap.gub.uy

1 – RESUMEN

La fiebre aftosa (FA) continúa siendo una de las enfermedades animales transfronterizas de mayor impacto a nivel mundial. A pesar de los importantes avances alcanzados en varias regiones, el virus de la fiebre aftosa (VFA) mantiene circulación endémica en amplias zonas de África, Asia y el Medio Oriente, y en los últimos años se han registrado movimientos de linajes virales fuera de sus pools tradicionales, así como incursiones en regiones previamente libres. En contraste, las Américas han logrado avances significativos en el control y erradicación de la enfermedad en el marco del Programa Hemisférico de Erradicación de la Fiebre Aftosa (PHEFA), aunque persisten desafíos en Venezuela. En este contexto, la preparación frente a eventuales emergencias sanitarias continúa siendo una prioridad para los países libres de la enfermedad. El presente trabajo revisa la situación epidemiológica global de la FA y el progreso alcanzado en las Américas, y presenta las herramientas que Uruguay está desarrollando para fortalecer su preparación sanitaria, incluyendo el desarrollo de una evaluación de riesgo cuantitativa para estimar la probabilidad de introducción del VFA y la aplicación de modelos epidemiológicos para simular la propagación del virus y evaluar estrategias de control ante posibles escenarios de brote.

2 – SUMMARY

Foot-and-mouth disease (FMD) remains one of the most important transboundary animal diseases worldwide. Despite significant progress in several regions, the foot-and-mouth disease virus (FMDV) continues to circulate endemically in large areas of Africa, Asia, and the Middle East, and recent years have shown movements of viral lineages beyond their traditional pools as well as incursions into previously disease-free regions. In contrast, the Americas have achieved major progress in controlling and eradicating the disease through the Hemispheric Program for the Eradication of Foot-and-Mouth Disease (PHEFA), although challenges remain in Venezuela. In this context, preparedness for potential sanitary emergencies remains a priority for FMD-free countries. This paper reviews the global epidemiological situation of FMD and the progress achieved in the Americas, and presents the analytical tools currently being developed in Uruguay to strengthen national preparedness, including a quantitative risk assessment to estimate the probability of FMDV introduction and the use of epidemiological models to simulate disease spread and evaluate control strategies under different outbreak scenarios.

PALABRAS CLAVE

Fiebre aftosa; análisis de riesgo; modelos epidemiológicos; preparación para emergencias.

3 – INTRODUCCIÓN

La fiebre aftosa (FA) continúa siendo una de las enfermedades animales transfronterizas de mayor impacto económico a nivel mundial (James & Rushton, 2002). A pesar de los importantes avances logrados en varias regiones, el virus de la fiebre aftosa (VFA) mantiene circulación endémica en amplias zonas de África, Asia y el Medio Oriente, donde diferentes serotipos y linajes evolucionan dentro de ecosistemas epidemiológicos conocidos como pools regionales (Brito et al., 2017; Paton et al., 2009; Rweyemamu et al., 2008). La creciente conectividad entre sistemas productivos y el comercio internacional de animales y productos de origen animal mantiene un riesgo permanente de introducción del virus en países o regiones libres de la enfermedad.

En los últimos años se ha observado una dinámica epidemiológica particularmente relevante caracterizada por movimientos de linajes virales fuera de sus pools tradicionales, incluyendo la expansión de serotipos africanos hacia el Medio Oriente y Eurasia. Asimismo, se han registrado incursiones recientes en Europa, como los brotes confirmados en Alemania, Hungría y Eslovaquia durante 2025, así como la detección de un brote por el serotipo SAT1 en el norte de Chipre en diciembre del mismo año, lo que evidencia que incluso regiones con altos niveles de bioseguridad y vigilancia no están exentas del

riesgo de introducción del virus (World Reference Laboratory for Foot-and-Mouth Disease (WRLFMD), 2025). A esto se suma la reciente detección del serotipo SAT1 en Grecia, un serotipo tradicionalmente restringido al continente africano, lo que refleja la creciente complejidad de la situación epidemiológica global.

En contraste con este escenario, las Américas han alcanzado avances extraordinarios en el control y erradicación de la FA, posicionándose como una de las regiones con mayor progreso hacia la eliminación de la enfermedad. El Programa Hemisférico de Erradicación de la Fiebre Aftosa (PHEFA) ha permitido que la gran mayoría del territorio continental sea actualmente reconocido como libre de FA con o sin vacunación, constituyendo uno de los ejemplos más exitosos de cooperación regional en sanidad animal. No obstante, persisten desafíos, particularmente en Venezuela, donde el programa de control y erradicación ha enfrentado dificultades en los últimos años, lo que ha retrasado el avance hacia el reconocimiento oficial de zonas libres y constituye uno de los principales focos de atención dentro de la estrategia regional de erradicación (Centro Panamericano de Fiebre Aftosa y Salud Pública Veterinaria (PANAFTOSA-SPV), 2025).

A pesar de estos avances, la persistencia del virus en otras regiones del mundo y la intensificación de los flujos comerciales globales implican que el riesgo de introducción continúa presente para los países de la región. En este contexto, la preparación para responder ante una eventual emergencia sanitaria adquiere una importancia estratégica, incluso en países libres de la enfermedad. Uruguay, que mantiene el estatus de libre de FA con vacunación desde 2003, ha desarrollado en las últimas décadas una sólida infraestructura sanitaria basada en vigilancia epidemiológica, sistemas de trazabilidad animal y campañas sistemáticas de vacunación. Sin embargo, es necesario continuar fortaleciendo las capacidades de prevención, detección temprana y respuesta ante posibles incursiones del virus.

Con este objetivo, Uruguay se encuentra actualmente desarrollando una evaluación de riesgo de introducción de FA en Uruguay y herramientas de modelación epidemiológica destinadas a fortalecer la preparación frente a eventuales emergencias sanitarias por fiebre aftosa. Estos enfoques permiten explorar distintos escenarios de introducción y evaluar estrategias de control, contribuyendo a fortalecer la toma de decisiones y la planificación de respuestas sanitarias.

4 – EVALUACIÓN DE RIESGO DE INTRODUCCIÓN DE FIEBRE AFTOSA EN URUGUAY

El análisis de riesgo (AR) es una herramienta ampliamente utilizada en sanidad animal para evaluar de manera sistemática la probabilidad de introducción, establecimiento o propagación de enfermedades, así como sus posibles consecuencias sanitarias y económicas. Este enfoque permite integrar información epidemiológica, productiva y comercial con el objetivo de apoyar la toma de decisiones en materia de prevención, vigilancia y control de enfermedades (FAO, 2021; León & Signorini, 2020).

En el ámbito de las enfermedades animales transfronterizas, como la FA, el análisis de riesgo constituye un instrumento clave para identificar las principales vías de introducción del agente, evaluar los factores que influyen en su diseminación y estimar el impacto potencial de diferentes escenarios epidemiológicos. A partir de esta información, es posible orientar las estrategias de vigilancia, priorizar medidas de vigilancia y bioseguridad y optimizar la asignación de recursos para la prevención y respuesta ante emergencias sanitarias (León & Signorini, 2020).

Dependiendo de la disponibilidad de información, el análisis de riesgo puede abordarse mediante enfoques cualitativos, semicuantitativos o cuantitativos. En particular, el análisis de riesgo cuantitativo permite estimar probabilidades utilizando modelos matemáticos y distribuciones de probabilidad, lo que facilita la evaluación de escenarios alternativos y la exploración de la incertidumbre asociada a los parámetros epidemiológicos (León & Signorini, 2020; Martínez-López et al., 2008).

En este contexto, el análisis de riesgo se ha convertido en una herramienta fundamental para la preparación frente a emergencias sanitarias, especialmente en países libres de enfermedades como la fiebre aftosa, donde el objetivo principal es prevenir la introducción del agente y fortalecer la capacidad de respuesta ante eventuales incursiones. De acuerdo con la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), el análisis de riesgo sanitario comprende cuatro etapas interrelacionadas: identificación del peligro, evaluación del riesgo, gestión del riesgo y comunicación del riesgo (WOAH, 2024).En este trabajo se aborda específicamente la etapa de evaluación del riesgo, orientada a estimar la probabilidad de introducción del virus de la fiebre aftosa en Uruguay.

Uruguay ha iniciado el desarrollo de una evaluación de riesgo cuantitativa orientado a estimar la probabilidad de introducción del virus de la fiebre aftosa (VFA), conside-

rando las diferentes vías potenciales de ingreso al país. El análisis incluye la evaluación de escenarios asociados al movimiento de animales, el ingreso de productos de riesgo, el tránsito de personas integrando información proveniente de fuentes oficiales y conocimiento experto cuando la información disponible es limitada.

Para su implementación se utiliza el paquete ***quantrra***, una herramienta desarrollada en el entorno estadístico R para la construcción y ejecución de modelos de evaluación de riesgo reproducibles (Quantitative Risk Assessment Tool for R. Center for Animal Disease Modeling and Surveillance (CADMS), University of California, Davis. Disponible en: https://github.com/spablotemporal/quantrra). Esta herramienta permite estructurar el modelo mediante un conjunto de eventos de entrada y salida definidos a través de un archivo de modelo, en el que los parámetros de entrada se describen mediante distribuciones de probabilidad y los eventos resultantes mediante funciones matemáticas. A partir de esta estructura, el modelo se ejecuta mediante simulaciones estocásticas (Monte Carlo) que permiten estimar la probabilidad de ocurrencia de los distintos eventos del modelo y explorar la incertidumbre asociada a los parámetros utilizados. Este enfoque facilita la evaluación de diferentes rutas de introducción del virus y la estimación de la contribución relativa de cada una de ellas al riesgo total.

Los resultados de este tipo de análisis proporcionan información científica relevante para orientar las políticas sanitarias, permitiendo priorizar acciones de vigilancia, fortalecer medidas de bioseguridad en puntos críticos y optimizar la asignación de recursos para la prevención y preparación frente a una eventual emergencia sanitaria por fiebre aftosa. Actualmente, el desarrollo del análisis de riesgo se encuentra en proceso. En esta etapa se están recopilando y sistematizando las distintas fuentes de información necesarias para la parametrización del modelo, así como definiendo los escenarios de introducción y las rutas potenciales de ingreso del virus. En consecuencia, los resultados cuantitativos del modelo aún no se encuentran disponibles. Los resultados preliminares serán presentados durante las Jornadas Uruguayas de Buiatría, previstas para junio, en caso de que el avance del análisis permita su disponibilidad al momento del evento.

En el marco de un análisis de riesgo, a cada evento identificado como posible vía de introducción del virus se le asigna una probabilidad de ocurrencia. Esta probabilidad se estima considerando diversos factores, entre ellos el estatus sanitario de los países de origen, la información epidemiológica disponible sobre la ocurrencia de focos y las características del comercio internacional. Asimismo, la probabilidad de introducción puede reducirse mediante la aplicación de medidas de mitigación, como cuarentena, pruebas diagnósticas o seguimiento post-importación (Figura 1, Tabla 1, Figura 2).

5 – MODELOS MATEMÁTICOS PARA SIMULACIÓN DE BROTES DE FA

Los modelos matemáticos constituyen una herramienta clave para comprender la dinámica de transmisión de

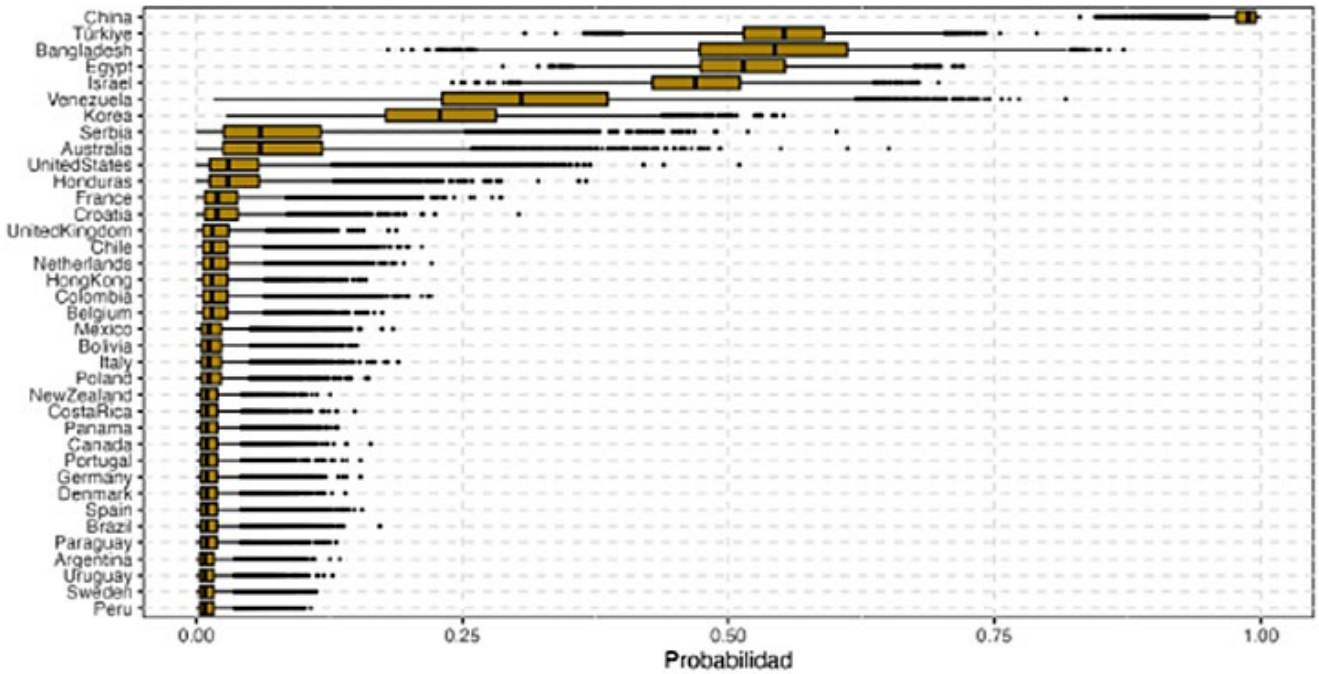


Figura 1. Probabilidades de FA en origen basado en reportes de WAHIS (2019-2024).

enfermedades infecciosas y evaluar el impacto potencial de distintas estrategias de control. En el caso de la fiebre aftosa (FA), estos modelos permiten integrar información epidemiológica, espacial y productiva para describir la propagación del virus entre predios y simular diferentes escenarios de intervención sanitaria (Hagenaars et al., 2011; Keeling, 2005).

En este artículo se presenta una síntesis del trabajo de modelización matemática desarrollado en el marco de la tesis doctoral de una de las autoras, basado en el análisis de la epidemia de fiebre aftosa ocurrida en Uruguay en 2001. A partir de datos epidemiológicos y productivos a nivel de predio, se estimaron kernels espaciales de transmisión, que describen la intensidad de transmisión del virus entre establecimientos en función de la distancia entre predios y de características productivas como el tamaño del rodeo y la composición de especies presentes. Este enfoque sigue metodologías ampliamente utilizadas para modelar enfermedades animales, en las que la transmisión entre predios se modela como una función decreciente de la distancia entre establecimientos, incorporando heterogeneidad asociada a características productivas (Boender et al., 2007, 2010, 2014).

La modelización se basó en un esquema epidemiológico Susceptible–Expuesto–Infeccioso–Recuperado o Removido (SEIR) a nivel de predio. En este marco, la probabilidad diaria de infección de un establecimiento depende de la presión de infección generada por predios infecciosos cercanos y de la distancia entre ellos. Los parámetros de los kernels de transmisión se estimaron mediante métodos de máxima verosimilitud utilizando la información espacio-temporal de los predios infectados durante la epidemia.

Se estimaron kernels de transmisión para dos fases epidemiológicas diferenciadas (Figura 3). La primera fase corresponde al período inicial de la epidemia, previo a la implementación de la vacunación masiva, caracterizado por un mayor potencial de transmisión y por la posibilidad de dispersión a mayores distancias asociada al movimiento de animales durante el denominado período de alto riesgo (*high-risk period*). La segunda fase corresponde al período posterior a la implementación de las medidas de control, incluyendo vacunación masiva, restricciones de movimiento y sacrificio sanitario, en el cual la transmisión estuvo dominada por procesos loca-

Tabla 1. Sucesión de eventos con sus distribuciones y fórmulas para estimar la probabilidad.

id	label	type	distribution	fórmula
FAo	País infectado con FA	In	beta (21,17)	
MCo	Esfuerzo vigilancia en origen	In	0.4	
Co	Infección en origen	Out		FAo*(1- MCo)
Ainf	Animal infectado	In	Pert (0, 0.01, 0.2)	
Ao	Selección de animal infectado	Out		Co*Ainf
Sv	Supervivencia en mercancía	In	Pert(0.8, 0.98,1)	
S	Supervivencia FA	Out		Ao*Sv
Cg	Contacto con granja	In	Pert(0.4,0.5,1)	
Pc	Contacto con animales susceptibles	Out		S*Cg
Ui	Productos introducidos ilegalmente	In	50	
PFA	Introducción de FA comercio ilegal	Out		1-(1-Pc)^Ui

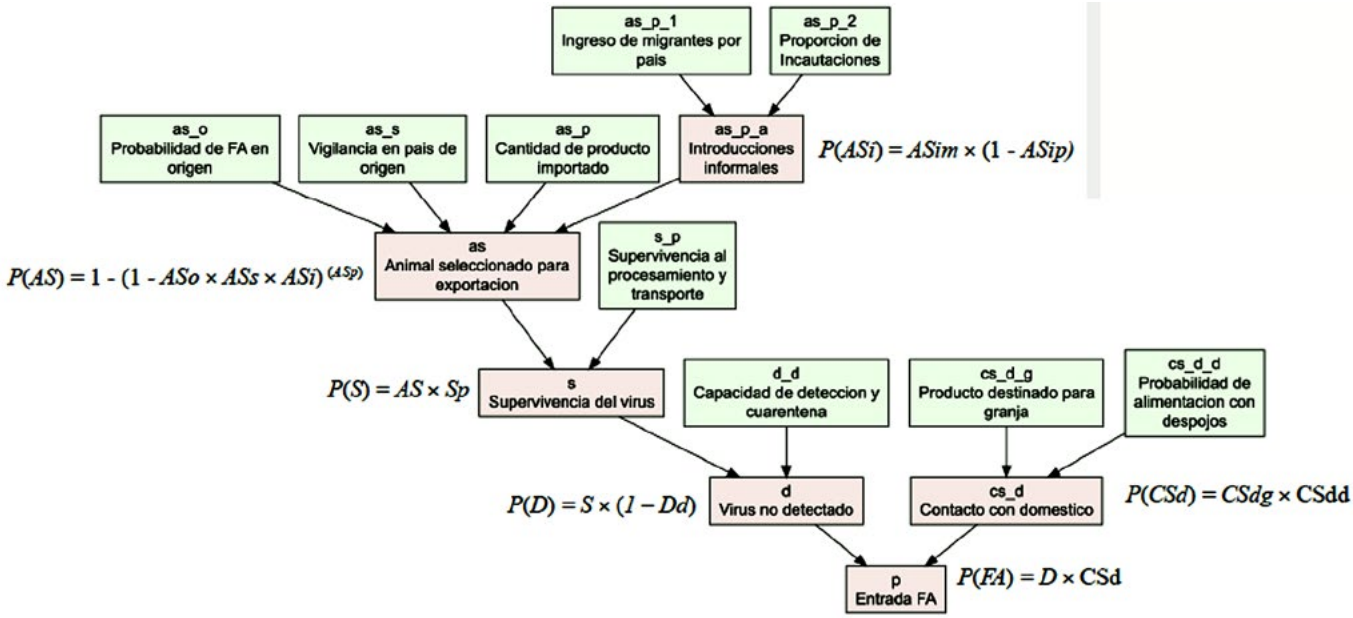


Figura 2. Árbol de escenarios para la evaluación cuantitativa de riesgo de introducción de FA.

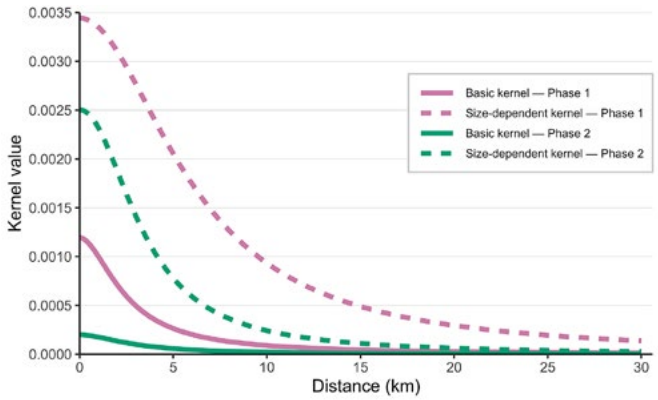


Figura 3. Kernels espaciales de transmisión estimados para dos fases de la epidemia de fiebre aftosa en Uruguay en 2001: fase previa a la vacunación (Phase 1) y fase posterior a la vacunación (Phase 2). Se muestran los kernels básicos y los que incorporan el efecto del tamaño del rodeo, manteniendo constantes los efectos de especie y tamaño entre fases. Las curvas representan la intensidad de transmisión en función de la distancia entre predios para el caso bovino–bovino, utilizando tamaños de rodeo promedio de predios infecciosos y susceptibles. Adaptado de Iriarte et al. (en preparación).

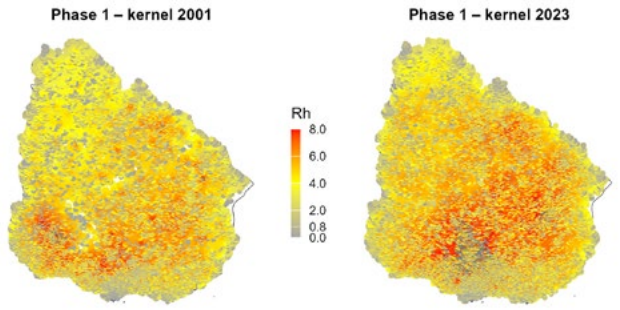


Figura 4. Mapas de riesgo de transmisión entre predios (para Uruguay en 2001 (izquierda) y 2023 (derecha), estimados utilizando el kernel de transmisión correspondiente a la fase inicial de la epidemia (Phase 1). El gradiente de color gris a rojo indica un aumento en el potencial de transmisión entre establecimientos. Iriarte et al. (en preparación).

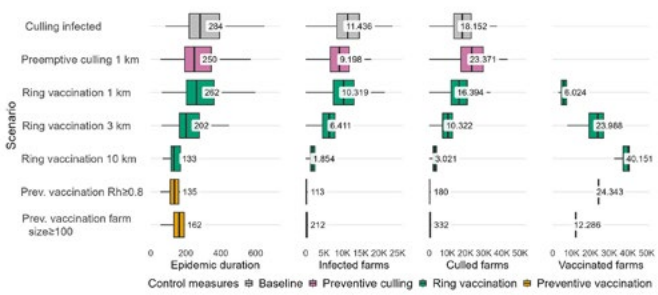


Figura 5. Resultados de simulaciones de estrategias de control de fiebre aftosa dirigidas a bovinos. Los boxplots muestran la distribución de los resultados en brotes mayores (≥10 predios infectados) para duración de la epidemia, número de predios infectados, sacrificados y vacunados. Los colores indican las medidas de control evaluadas: escenario base, sacrificio preventivo, vacunación en anillo y vacunación preventiva. Iriarte et al. (en preparación).

les entre predios cercanos.

A partir de los kernels de transmisión estimados se calculó el número de reproducción entre predios para cada establecimiento (), que representa el número esperado de predios secundarios que puede infectar un establecimiento infectado considerando su ubicación y características productivas dentro del sistema. Esto permitió construir mapas de riesgo de transmisión a escala nacional e identificar predios con mayor potencial de diseminación del virus. Estos mapas evidencian la heterogeneidad espacial del riesgo y constituyen una herramienta útil para orientar estrategias de vigilancia y control. Los resultados mostraron una reducción aproximada del 76 % en el número de reproducción entre predios () entre ambas fases. Esta reducción refleja el efecto combinado de las medidas de control implementadas durante la epidemia.

El análisis también evidenció heterogeneidad en la transmisión asociada a las características productivas de los predios. En particular, los establecimientos con bovinos presentaron mayor susceptibilidad e infectividad relativa en comparación con predios con otras especies, mientras que el tamaño del rodeo incrementó el riesgo de transmisión, con un efecto más marcado sobre la infectividad que sobre la susceptibilidad.

Al comparar la distribución de para el año 2001 con una estimación actual basada en la estructura productiva de 2023, se observó un desplazamiento de la distribución hacia valores más altos en el escenario actual. En particular, la proporción de predios con >1 fue mayor en 2023 que en 2001 (53,5 % vs. 45,8 %). Estos resultados sugieren que los cambios en la estructura productiva, como el aumento de bovinos y la reducción de ovinos, podrían incrementar el potencial de transmisión entre establecimientos ante una eventual introducción del virus (Figura 4).

Finalmente, los kernels estimados fueron incorporados en un modelo SEIR estocástico, que permitió simular la propagación espacial del virus y evaluar el impacto potencial de diferentes estrategias de control, incluyendo sacrificio sanitario, vacunación en anillo y vacunación preventiva dirigida a predios de mayor riesgo. Las simulaciones indicaron que estrategias focalizadas en bovinos pueden lograr resultados comparables a las estrategias aplicadas a todas las especies en términos de duración del brote y número de establecimientos afectados. Asimismo, la vacunación preventiva dirigida a predios con mayor potencial de transmisión () se identificó como la estrategia más efectiva para reducir el tamaño y la duración de un brote (Figura 5).

En conjunto, estos resultados ilustran el valor de la

modelización matemática como herramienta para la preparación frente a emergencias sanitarias, ya que permite caracterizar la dinámica de transmisión, identificar predios de mayor riesgo y evaluar estrategias de control antes de que ocurra una incursión del virus.

6 – CONCLUSIONES

La dinámica epidemiológica global de la FA demuestra que el riesgo de introducción del virus continúa presente incluso para regiones que han logrado avances significativos en su control. En este contexto, herramientas como el análisis de riesgo cuantitativo y los modelos epidemiológicos permiten mejorar la comprensión de los factores que determinan la introducción y propagación del virus, y evaluar estrategias de control ante posibles escenarios de emergencia. El desarrollo y aplicación de estas herramientas en Uruguay constituye un paso relevante para fortalecer la preparación sanitaria y apoyar la toma de decisiones frente a eventuales incursiones del virus.

7 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boender, G. J., Hagenaars, T. J., Bouma, A., Nodelijk, G., Elbers, A. R. W., De Jong, M. C. M., & Van Boven, M. (2007). Risk maps for the spread of highly pathogenic avian influenza in poultry. *PLoS Computational Biology*, *3*(4), 704–712. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.0030071

Boender, G. J., Van Den Hengel, R., Van Roermund, H. J. W., & Hagenaars, T. J. (2014). The influence of between-farm distance and farm size on the spread of classical swine fever during the 1997-1998 epidemic in the Netherlands. *PLoS ONE*, *9*(4). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095278

Boender, G. J., van Roermund, H. J. W., de Jong, M. C. M., & Hagenaars, T. J. (2010). Transmission risks and control of foot-and-mouth disease in The Netherlands: Spatial patterns. *Epidemics*, *2*(1), 36–47. https://doi.org/10.1016/j.epidem.2010.03.001

Brito, B. P., Rodriguez, L. L., Hammond, J. M., Pinto, J., & Perez, A. M. (2017). Review of the Global Distribution of Foot-and-Mouth Disease Virus from 2007 to 2014. In *Transboundary and Emerging Diseases* (Vol. 64, Number 2, pp. 316–332). Blackwell Publishing Ltd. https://doi.org/10.1111/tbed.12373

Centro Panamericano de Fiebre Aftosa y Salud Pública Veterinaria (PANAFTOSA-SPV), de la O. P. de la S. (OPS/OMS). (2025). *Programa Hemisférico de Erradicación de la Fiebre Aftosa - PHEFA: Plan de acción PHEFA 2026-2030.* https://iris.paho.org/handle/10665.2/70374

FAO. (2021). *Technical Guidelines on Rapid Risk Assessment for Animal Health Threats*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Hagenaars, T. J., Dekker, A., Jong, M. C. M. De, & Eblé, P. L. (2011). *Estimation of foot and mouth disease transmission parameters , using outbreak data Foot and mouth disease purposes and approaches*. *30*(2), 467–481.

James, A. D., & Rushton, J. (2002). The economics of foot and mouth disease. *OIE Revue Scientifique et Technique*, *21*(3), 637–644. https://doi.org/10.20506/rst.21.3.1356

Keeling, M. J. (2005). Models of foot-and-mouth disease. In *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 272, Number 1569, pp. 1195–1202). Royal Society. https://doi.org/10.1098/rspb.2004.3046

León, E. A., & Signorini, M. (2020). *Manual de análisis de riesgo aplicado a la sanidad animal y la inocuidad de los alimentos* (Fundación Prosaia, Ed.; 1era ed.).

Martínez-López, B., Perez, A. M., De la Torre, A., & Rodriguez, J. M. S.-V. (2008). Quantitative risk assessment of foot-and-mouth disease introduction into Spain via importation of live animals. *Preventive Veterinary Medicine*, *86*(1–2), 43–56. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.03.003

Paton, D. J., Sumption, K. J., & Charleston, B. (2009). Options for control of foot-and-mouth disease: Knowledge, capability and policy. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 364, Number 1530, pp. 2657–2667). Royal Society. https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0100

Rweyemamu, M., Roeder, P., Mackay, D., Sumption, K., Brownlie, J., Leforban, Y., Valarcher, J.-F., Knowles, N. J., & Saraiva, V. (2008). Epidemiological Patterns of Foot-and-Mouth Disease Worldwide. *Transboundary and Emerging Diseases*, *55*(1), 57–72. https://doi.org/10.1111/j.1865-1682.2007.01013.x

WOAH. (2024). *Terrestrial Animal Health Code (2024)*. Https://Www.Woah.Org/En/What-We-Do/Standards/Codes-and-Manuals/Terrestrial-Code-Online-Access/.

World Reference Laboratory for Foot-and-Mouth Disease (WRLFMD). (2025). *2025 Foot-and-mouth disease quarterly report October-November-December* . https://www.wrlfmd.org/reference-laboratory-reports

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

EFECTOS MULTIGENERACIONALES DEL ESTRÉS CALÓRICO EN EL GANADO LECHERO: impactos a largo plazo y estrategias de mitigación

Jimena Laporta* y Maverick C. Guenther

Departamento de Ciencias Animales y Lecheras - Universidad de Wisconsin-Madison, Estados Unidos
* jlaporta@wisc.edu

1 – RESUMEN

En los sistemas lecheros modernos, el período seco coincide con la etapa final de la gestación, que constituye una ventana de desarrollo crítica tanto para la madre como para el feto en desarrollo. La exposición al estrés por calor (**EPC**) durante este período desencadena una cascada de alteraciones fisiológicas que perjudican la producción de leche futura de la madre e inducen procesos de programación fetal en su descendencia. Estos efectos no se limitan a la generación de las hijas (**G_1**), sino que se extienden a la segunda generación en las nietas (**G_2**) impulsados por modificaciones epigenéticas prenatales estables en el tiempo, como la metilación del ADN. Adicionalmente, la fase posnatal también representa un período sensible y vulnerable al EPC. Los terneros recién nacidos y en la etapa de pre-destete tienen una capacidad de termorregular limitada y una función inmunológica inmadura, lo que sumado a los altos requerimientos de crecimiento, los hace particularmente susceptibles a la carga térmica ambiental. En este sentido, el EPC durante los primeros días de vida impide la utilización efectiva del calostro, afecta la curva de crecimiento, el desarrollo metabólico y la salud del ternero, con posibles consecuencias negativas a largo plazo en la productividad y la resiliencia futura. Estos hallazgos destacan la importancia de desarrollar e implementar estrategias de mitigación dirigidas específicamente a las etapas pre- y post-natales. Abordar estos desafíos requiere una comprensión de los parámetros ambientales, específicamente el Índice de Temperatura y Humedad (ITH), y la implementación de estrategias de manejo efectivas para cada etapa de la vida. Este trabajo explora el "legado multigeneracional" del EPC, detallando su impacto en la morfogénesis mamaria de la vaca y su cría, generando pérdidas productivas que se magnifican. Además, el trabajo evalúa diferentes enfoques para mitigar el EPC en las distintas etapas de la vida, incluyendo sistemas de ventiladores y aspersores para vacas secas y en ordeñe, a la vez profundiza en nuevas estrategias de ventilación para terneros. Un manejo integrado del EPC que abarque vacas (tanto en ordeñe como secas) y terneros es fundamental para sostener la productividad lechera, el bienestar animal y la resiliencia del rodeo a largo plazo frente a un clima cada vez más cálido y desafiante.

PALABRAS CLAVE: estrés calórico, vacas secas, programación fetal, ITH

2 – INTRODUCCIÓN

La industria lechera a nivel mundial se enfrenta a un desafío cada vez más complejo: sostener el bienestar animal, la productividad y la resiliencia del sistema bajo un clima cambiante, caracterizado por olas de calor más frecuentes e intensas. Independientemente de región geográfica, el estrés por calor (**EPC**) surge de los efectos combinados de altas temperaturas ambientales, elevada humedad y radiación solar, sumadas a una menor circulación de aire, factores que en conjunto comprometen la capacidad de los animales para disipar el calor corporal acumulado. Como respuesta, se desencadenan adaptaciones fisiológicas y de comportamiento que incluyen la reducción del consumo de materia seca, el aumento de la frecuencia respiratoria, la vasodilatación periférica, alteraciones de la señalización endocrina y cambios en la partición de nutrientes hacia la glándula mamaria. Si bien estas respuestas ayudan a mantener el equilibrio térmico a corto plazo, ocurren a expensas de la eficiencia productiva, la capacidad inmunológica y el desempeño reproductivo del animal. El EPC afecta a los bovinos lecheros en todas sus etapas de vida, no sólo durante la lactancia. El período seco, que coincide con el último tercio de la gestación, una ventana biológicamente sensible y estratégicamente importante. Durante esta fase ocurre el redesarrollo de la glándula mamaria materna para su próxima lactancia, sumado a un rápido crecimiento del feto. La carga térmica excesiva durante este período interrumpe ambos procesos, dónde una menor ingesta de alimento y la alteración de las prioridades metabólicas limitan la disponibilidad de nutrientes, mientras que los cambios endocrinos influyen en el recambio de las células epiteliales mamarias y en el desarrollo fetal exponencial. El resultado es un comienzo comprometido de la

siguiente lactancia, sumado a efectos de programación del desarrollo en la cría.

Las vacas preñadas (generación inicial, $\mathbf{G_0}$) sufren EPC debido a que su capacidad de termorregular se ve desafiada por las demandas metabólicas de la gestación y la carga térmica ambiental. En este sentido, la temperatura corporal materna elevada altera la función placentaria, el transporte de nutrientes y la señalización hormonal, lo que a su vez afecta el crecimiento y desarrollo fetal. Es importante destacar que esta etapa no solo coincide con las etapas finales de la organogénesis fetal y el establecimiento de la identidad celular de los tejidos, sino también con el desarrollo de las células germinales del feto. Esto significa que el EPC materno puede influir no solo directamente en la cría en desarrollo (las hijas, $\mathbf{G_1}$), sino también indirectamente en la generación posterior (las nietas, $\mathbf{G_2}$). Este es el concepto de *programación multigeneracional*, mediante el cual las condiciones ambientales prenatales (maternas) pueden moldear la capacidad fisiológica, la productividad y la salud de múltiples generaciones. Históricamente, las estrategias de mitigación del EPC en los sistemas lecheros se han centrado en las vacas en lactancia ya que las consecuencias son inmediatas y visibles: caídas en la producción de leche y componentes (grasa y proteína), así como un aumento notorio de enfermedades y caída de la fertilidad. Si bien estas pérdidas son significativas, representan solo una parte del impacto total. Durante la última década, diversos estudios han determinado que los efectos "silenciosos" que ocurren durante el período seco pueden ser igualmente perjudiciales, aunque no sean visibles inmediatamente. En este sentido, el EPC durante el final de la gestación altera el redesarrollo de la glándula mamaria, reduce la calidad del calostro, modifica la función inmune y programa al feto de maneras que afectan el crecimiento, la eficiencia metabólica, el desarrollo mamario y la productividad a lo largo de su vida. Estos efectos se acumulan a través de las generaciones, traduciéndose en pérdidas biológicas y económicas persistentes a nivel del rodeo incluso años después.

La fase posnatal temprana (los primeros días o meses de vida) representan otro período crítico de vulnerabilidad, ya que los terneros poseen una capacidad limitada para controlar su temperatura, un sistema inmunológico inmaduro y altas demandas de nutrientes para su crecimiento y desarrollo. El EPC durante esta etapa puede afectar la absorción del calostro, el consumo de alimento, y aumentar la susceptibilidad a enfermedades. Evidencia emergente sugiere que el EPC puede influir en la programación immuno-metabólica, afectando el crecimiento y sobrevivencia en el rodeo. Por tanto, el manejo efectivo del EPC debe extenderse más allá del rodeo en ordeñe e incluir vacas secas y terneros como componentes integrales de un enfoque de sistema completo. El reconocimiento del EPC como un desafío que abarca no solo todas las etapas de la vida, sino también múltiples generaciones, ha reconfigurado las prioridades de manejo e investigación en lechería a nivel mundial. En este contexto, las estrategias de mitigación deben integrar el monitoreo ambiental, la inversión en infraestructura (diseño de nuevas instalaciones) o la modificación de la existente, el manejo nutricional y el uso de tecnologías de precisión para detectar y aliviar el estrés térmico antes de que ocurran impactos fisiológicos irreversibles. En este marco, el monitoreo del EPC se ha valido del Índice de Temperatura y Humedad (**ITH**) como una herramienta central para la evaluación del ambiente; sin embargo, a medida que la tecnología avanza se presta cada vez más atención a los indicadores basados en el animal, como la frecuencia respiratoria, la rumia, la temperatura corporal y los cambios de comportamiento.

Este documento integra y resume el conocimiento actual para proporcionar una visión integral del manejo aplicado del EPC a lo largo del ciclo de producción en bovinos de leche. Se hace especial hincapié en el final de la gestación y los primeros días de vida como ventanas de mayor sensibilidad, los mecanismos subyacentes a los efectos multigeneracionales y las estrategias prácticas de mitigación para vacas secas y terneros. Comprender y abordar el estrés calórico en estas etapas es esencial para salvaguardar la productividad, mejorar el bienestar animal y mantener la sustentabilidad a largo plazo de los sistemas lecheros bajo condiciones climáticas cambiantes.

3 – EL LEGADO MULTIGENERACIONAL: GENERACIONES G0, G_1 Y G_2

3.1. Impactos en la madre (G_0)

El EPC durante el período seco induce cambios metabólicos y endócrinos en la vaca gestante. Esta fase se caracteriza por la involución coordinada y el redesarrollo del tejido mamario, un proceso esencial para establecer la capacidad secretora de la próxima lactancia. En condiciones de termoneutralidad, una proporción de células epiteliales mamarias sufren apoptosis (muerte celular inducida), mientras que nuevas células epiteliales (futuras productoras de leche) proliferan y se diferencian en preparación para la calostrogénesis y la posterior síntesis de leche. El EPC interrumpe este recambio celular, lo que

lleva a una reducción en la proliferación y en la capacidad funcional de las células epiteliales mamarias y, en última instancia, a una disminución de la masa de tejido secretor (Tao et al., 2011; **Figura 1A**). En la siguiente lactancia, estos cambios estructurales se traducen en una disminución de la producción de leche de 3 a 5 kg/día en comparación con vacas enfriadas (aspersores y ventiladores) durante el periodo seco, incluso cuando ambos grupos fueron manejados bajo las mismas condiciones luego del parto. Esta caída no puede explicarse únicamente por el menor consumo durante el período seco, ya que solo se observan reducciones modestas del mismo (~0,5–2 kg MS/día). Esto indica que la limitación principal no es nutricional, sino estructural y fisiológica dentro de la glándula mamaria. En este sentido, los análisis histológicos y morfométricos demuestran que el EPC durante el período seco altera la arquitectura de la glándula mamaria en la lactancia subsiguiente, dando como resultado un menor número de alvéolos y un deterioro de la capacidad secretora (Dado-Senn et al., 2019). Además de cambios estructurales, se han reportado alteraciones en el perfil proteómico de la glándula mamaria durante la lactancia siguiente, en procesos relacionados a la síntesis de leche y el metabolismo celular (Skibiel et al., 2022). Estos hallazgos refuerzan el concepto de que el EPC en el período seco induce cambios persistentes en la glándula mamaria que se extienden mucho más allá del período de exposición ambiental directa y comprometen directamente la capacidad productiva futura.

Más aún, el EPC también altera el perfil metabólico y endócrino, dónde la respuesta inmunitaria se ve significativamente comprometida: las vacas secas bajo EPC presentan menor actividad de los leucocitos, una función de los neutrófilos deteriorada y concentraciones reducidas de anticuerpos alrededor del parto. Esta inmunosupresión aumenta la susceptibilidad a la mastitis, metritis y otras enfermedades infecciosas como la cetosis durante el período de transición (Dahl, Tao, Laporta, 2020). Colectivamente, estos resultados contribuyen a una recuperación tardía después del parto y a una menor persistencia en la producción de leche.

3.2. Impacto en las Hijas (G_1)

Crecimiento y función inmunológica. El período seco coincide con el último trimestre de gestación, una fase de rápido crecimiento y diferenciación de tejidos fetales. Durante este período, el feto es particularmente vulnerable al estrés por calor materno en útero. Como consecuencia, las terneras expuestas a hipertermia durante la etapa intrauterina nacen con menor peso (~5 kg) y mantienen pesos inferiores al destete (~8 kg) comparado con terneras que no experimentaron hipertermia (Monteiro et al., 2014). Más allá del peso corporal, reducciones en la altura de la cruz y en la circunferencia craneal persisten hasta el destete y los 12 meses de edad (Monteiro et al., 2016; Dado-Senn et al., 2021; Davidson et al., 2025). Estos hallazgos demuestran que el deterioro del crecimiento no es transitorio sino que refleja un retraso en el desarrollo a largo plazo. Asimismo, el desarrollo inmunológico también se ve comprometido. Los terneros gestados bajo estrés por calor exhiben una menor eficiencia aparente de absorción de inmunoglobulina G (15-20% menor), menores concentraciones de inmunoglobulina G circulante y recuentos más bajos de linfocitos y glóbulos rojos. Como resultado, requieren más intervenciones durante el período pre-destete (Monteiro et al., 2014). Además, órganos inmunitarios (timo y bazo) presentan menor tamaño, mientras que las glándulas suprarrenales se agrandan, lo que sugiere efectos sobre los sistemas de respuesta al estrés y la función inmunitaria (Dado-Senn et al., 2021).

Productividad a largo plazo. La consecuencia a largo plazo más sorprendente del EPC experimentado por el feto en desarrollo en el útero es la reducción en la producción de leche futura (**Figura 1B**). Las terneras que fueron gestadas bajo EPC en útero producen 4–5 kg menos de leche por día durante su primera lactancia, la cual comienza más de dos años después de la exposición al EPC en útero (Monteiro et al., 2016). Un meta-análisis más reciente y extenso conteniendo 10 años de datos, demostró que estos efectos se extienden a través de múltiples lactancias, reduciendo la productividad del animal de por vida (Laporta et al., 2020). Más aún, la supervivencia de estos animales dentro del rodeo también se ve afectada. Entre un 11 y un 18% menos de terneras expuestas a EPC durante la gestación sobreviven hasta el primer año de vida, y aquellas que alcanzan la edad productiva muestran un menor rendimiento lechero. En promedio, estas vacas producen entre 2 y 5 kg menos de leche por día, no solo en la primera, sino también durante la segunda y tercera lactancia (Laporta et al., 2020). Además, las vacas nacidas de madres expuestas a EPC presentan una vida productiva aproximadamente cinco meses más corta. En conjunto, estos efectos representan pérdidas biológicas importantes a nivel del rodeo, que se traducen en impactos económicos sustanciales para la industria lechera, con estimaciones que superan los 500 millones de dólares anuales en los Estados Unidos. Esta evidencia indica que el EPC gestacional ejerce efectos persistentes sobre el desarrollo, la función productiva y la supervivencia de las vacas lecheras (Ouellet et al., 2020;

Cattaneo et al., 2022).

Desarrollo de la glándula mamaria. La glándula mamaria es altamente plástica y sensible a las condiciones ambientales intrauterinas. Dónde, la exposición indirecta al EPC en el útero limita el desarrollo mamario temprano. Específicamente, terneras expuestas a hipertermia en útero presentan menor peso total de la ubre al nacimiento, y reducciones significativas tanto en la porción de parénquima como en el tejido adiposo mamario, el cual es fundamental para el crecimiento posterior del tejido mamario (**Figura 1**). Además, el nivel de desarrollo del tejido parenquimático se ve comprometido, con menor desarrollo de ductos mamarios y menos células epiteliales cuya proliferación se ve reducida de un 5-20% respecto a las terneras que no se expusieron a EPC en útero (Dado-Senn et al. 2022). Estas alteraciones tempranas persisten durante el período peri puberal (alrededor del primer año de vida), donde observamos que vaquillonas expuestas a EPC durante la etapa fetal, presentan a nivel microestructural, un menor número de células epiteliales y alvéolos mamarios desarrollados, menor expresión de receptores de estrógeno y menor capacidad proliferativa en esta etapa crucial para el desarrollo mamario en la pubertad (Davidson et al., 2025). Este impacto en el desarrollo de la ubre limita así el número de alvéolos que se desarrollan y la capacidad secretora futura en su primer lactancia (Skibiel et al., 2018a).

3.3. Impacto en las Nietas (G_2)

Cuando una vaca preñada (G_0) se expone a EPC, tanto el feto (G_1) como las células germinales fetales destinadas a formar la siguiente generación G_2 quedan expuestos indirectamente, causando efectos multigeneracionales. Nuestro análisis conjunto de 10 estudios controlados, en los cuales vacas G_0 fueron expuestas a EPC o recibieron enfriamiento mediante aspersores y ventiladores durante el verano, reveló que las nietas (G_2) de vacas sometidas a EPC presentan menor supervivencia hasta la pubertad y una reducción aproximada de 1,5 kg/d en la producción de leche durante su primera lactancia (Laporta et al., 2020). Estas pérdidas productivas se acompañan de alteraciones microestructurales en la glándula mamaria de las nietas G_2, incluyendo un desarrollo tardío de los ductos mamarios, una menor proporción de células proliferativas, un aumento de la apoptosis y una menor expresión de receptores de estrógeno en el tejido mamario (Larsen y Laporta, 2025). Curiosamente, estas diferencias microestructurales se presentan sin cambios fenotípicos evidentes en la morfología o el desarrollo de la glándula mamaria, ni en el consumo de alimento, la capacidad de absorción de inmunoglobulinas, o la curva de crecimiento, alteraciones que sí se observan en las hijas G_1. Por lo tanto, aunque las nietas G_2 puedan parecer fenotípicamente normales, el desarrollo mamario subyacente se encuentra significativamente alterado.

La persistencia subyacente de estos déficits a lo largo de múltiples generaciones sugiere la participación de mecanismos de reprogramación epigenética que se

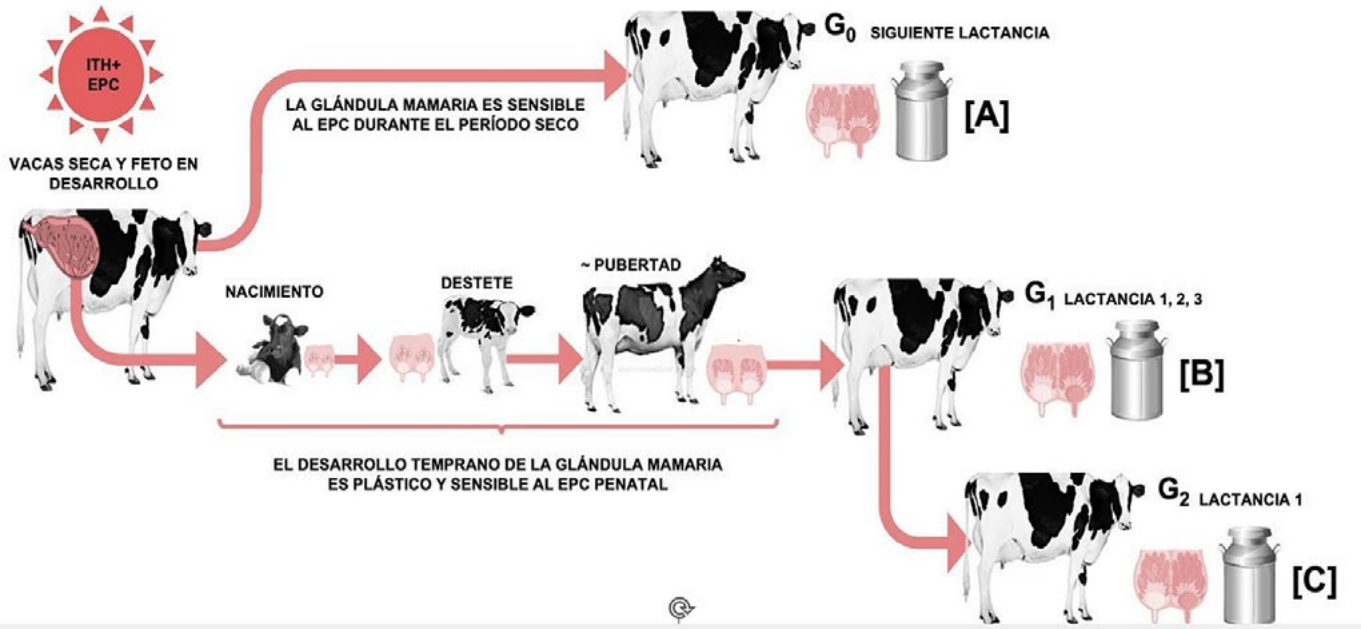


Figura 1. Impacto del estrés por calor durante el período seco (6–8 semanas antes del parto) sobre la trayectoria de desarrollo de la glándula mamaria y la producción de leche en (**A**) la madre (**G0**; Tao et al., 2011), (**B**) su hija (**G1**) y (**C**) su nieta (**G2**). La exposición al estrés por calor durante el período seco puede alterar el desarrollo normal de la glándula mamaria y reducir la capacidad de producción de leche a lo largo de al menos tres generaciones de vacas lecheras.

mantienen estables en el tiempo. En particular, hemos encontrado que la exposición a hipertermia materna durante la gestación de las hijas G**1** puede modificar sus patrones de metilación del ADN en varios órganos del feto (Skibiel et al, 2018b), incluyendo las células germinales del ovario fetal las cuales generarán la futura G**2**. Estas modificaciones epigenéticas pueden activar o silenciar genes específicos involucrados en procesos clave como el metabolismo, la función inmunitaria y el desarrollo de órganos (Laporta et al., 2025). En conjunto, estos hallazgos demuestran que el EPC durante la gestación puede generar efectos persistentes que se extienden más allá de la descendencia directa, afectando múltiples generaciones de vacas lecheras.

4 – DETECCIÓN Y MITIGACIÓN DEL ESTRÉS CALÓRICO EN EL GANADO

4.1. Parámetros Ambientales y Detección

Identificar el inicio del EPC es fundamental para implementar intervenciones de manejo efectivas y tempranas. El Índice de Temperatura y Humedad o ITH continúa siendo el indicador ambiental más utilizado en los sistemas comerciales para cuantificar la carga térmica del ambiente sobre el animal. Sin embargo, los umbrales de ITH que desencadenan pérdidas productivas, reproductivas o alteraciones fisiológicas no son universales, y pueden variar según la edad del animal, estado productivo, o condiciones agroclimáticas de cada región. Por ejemplo, las vacas en lactancia temprana o tardía, las vacas secas y los terneros pre-destete difieren en su producción metabólica de calor, en la relación entre superficie corporal y masa, y en su exposición al microclima dentro de los distintos sistemas de manejo (pastoreo a cielo abierto vs. sistemas de encierro; alojamiento individual vs. grupal en free-stall, entre otros).

En términos generales, un umbral de ITH igual o mayor a 68 es ampliamente aceptado como el punto a partir del cual las vacas lecheras (en producción) comienzan a experimentar EPC, acompañado de cambios fisiológicos y disminuciones en la producción de leche (Zimbelaman et al., 2009). Por encima de este umbral, las vacas presentan aumento de la frecuencia respiratoria, reducción del tiempo de rumia, elevación de la temperatura corporal y cambios conductuales orientados a disipar el exceso de calor. Debido a que estas respuestas se observan de manera consistente en distintos sistemas de producción, este valor de referencia continúa siendo un punto práctico para activar estrategias de enfriamiento en rodeos en lactancia. En contraste, las vacas secas, particularmente en sistemas subtropicales, suelen presentar umbrales ambientales de ITH más altos (~75–77; Ouellet et al., 2020). En estos animales, los umbrales de ITH se determinan a partir de indicadores fisiológicos como el aumento de la frecuencia respiratoria y la temperatura rectal, ya que las vacas secas carecen de la disminución en la producción de leche que suele utilizarse como señal temprana de estrés térmico en vacas en ordeñe. Sin embargo, una vez que se supera este umbral, las consecuencias biológicas pueden ser significativas, incluyendo el desempeño durante la lactancia posterior y en el desarrollo de la descendencia.

Los terneros en sus primeros meses de vida responden de manera diferente al EPC debido a su capacidad inmadura de termo-regular, siendo muy vulnerables a las altas temperaturas ambientales. A esto se suman diferentes prácticas de manejo y sistemas de cría muy variados, como corrales grupales o individuales, casillas cerradas (‘*hutches*’ de plástico o diferentes materiales) expuestos al sol, lo cual aumenta su exposición directa a la radiación solar y limitar su capacidad de disipación de calor. Los umbrales de ITH para terneros de cría pueden variar considerablemente según el clima y la región geográfica, el tipo de alojamiento y las condiciones de manejo. Por ejemplo, en climas continentales como Wisconsin (Midwestern USA), se han observado respuestas fisiológicas al estrés térmico en valores de ITH cercanos a 69, incluyendo el aumento en la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal (Dado-Senn et al., 2023). En contraste, en ambientes subtropicales húmedos como Florida (Southern USA), donde las temperaturas elevadas y la humedad suelen ser más persistentes, los terneros pueden mostrar signos de estrés térmico a valores de ITH más bajos, cercanos a 65, lo que sugiere una mayor sensibilidad a la carga térmica ambiental bajo estas condiciones (Dado-Senn et al., 2020a). Es importante destacar que, dado que la producción de leche no es un indicador relevante en este grupo, variables como la frecuencia respiratoria, el comportamiento, y el consumo de alimento constituyen marcadores tempranos para detectar EPC.

4.2. Estrategias de Reducción y Mitigación del Calor

La implementación de estrategias de enfriamiento que sean prácticas, efectivas y rentables es clave para mantener la salud, el bienestar y la productividad del ganado lechero. El objetivo principal es aumentar la pérdida de calor sensible (convección y radiación) y la pérdida de calor latente (evaporación), y minimizar la ganancia de calor por radiación solar y la acumulación de calor por

conducción. En sistemas modernos de producción, la prevención del estrés térmico debe considerarse una práctica de manejo necesaria y no únicamente una medida de confort estacional.

Las recomendaciones de manejo para vacas en lactancia y vacas secas incluyen el uso de sombra (especialmente en sistemas pastoriles y en el corral de espera), ventiladores, y sistemas de enfriamiento evaporativo, como aspersores o nebulizadores (más frecuentes en sistemas estabulados). En particular, la primera recomendación es el bloqueo de la radiación solar directa, lo que constituye la intervención más básica y rentable. Las vacas lecheras en sistemas de pastoreo buscan activamente sombra a medida que aumenta el ITH, y las mallas de sombra que bloquean 50 o 99% de la radiación solar generan una respuesta más favorable en comparación con sombras que bloquean solo el 25% (Tucker et al., 2008). En vacas secas (Roman et al., 2021), la provisión de sombra en sistemas de pastoreo ha demostrado efectos positivos tanto en el consumo como en la producción de leche en la lactancia subsiguiente. A su vez se ha demostrado que el uso de mallas de sombra es efectivo en la reducción de la temperatura corporal de las vaquillonas de carne en pastoreo en comparación con animales sin acceso a sombra (Silva et al., 2021). Por lo tanto, en sistemas de pastoreo rotativo o combinados y corrales a cielo abierto, se recomienda el uso de mallas de sombra con un mínimo de 80% de bloqueo solar. En sistemas confinados o semi abiertos y techados donde la protección solar es 100% se recomiendo usar cortinas para evitar el sol directo a diferentes horas del día en ciertas áreas. En cuanto al uso de ventiladores, la velocidad del aire es un parámetro crítico: este debe alcanzar al menos 2,5–3,0 mph (~4-4.8 km/h) a la altura de la vaca (Reuscher et al. 2023). La combinación de ventiladores con aspersores (gotas grandes y baja presión) aplicados intermitentemente sobre la superficie dorsal es fundamental para el enfriamiento en climas con ITH altos o medios pero prolongados en el tiempo (Tao et al., 2011; West et al., 2003). A diferencia de los nebulizadores que enfrían el aire, los aspersores mojan el pelaje para permitir la evaporación directa desde la superficie del animal. Esta estrategia va a ser más o menos eficiente dependiendo del nivel de humedad del ambiente. De todas maneras, el enfriamiento con sistemas mecánicos es efectivo en la prevención del EC en el ganado lechero (West, 2003).

Los terneros presentan desafíos únicos, ya que como se mencionó anteriormente, son alojados en corrales ya sea en grupos o individualmente en estacas o casillas de plástico o madera en el exterior, expuestas a la radiación solar directa. Una menor proporción, por lo general en tambos más intensivos, se alojan en galpones semi-cerrados con cortinas mecánicas o mallas de sombra verticales. Al igual que con el ganado adulto, la sombra ya sea natural o artificial es la primera intervención y la más práctica para prevenir el EPC ya que disminuye la carga de radiación directa y el calentamiento de la superficie del animal y/o las casillas (Coleman et al., 1996; Spain y Spiers, 1996). Al usar casillas individuales exteriores, la orientación es importante, tal que las aberturas deben posicionarse para evitar la exposición directa al sol de la tarde y maximizar la ventilación natural (Bakony et al., 2021). Adicionalmente, elevar la parte posterior con bloques o maderas mejora el flujo de aire pasivo y reduce la formación de aire estancado (Moore et al., 2012). El uso de cubiertas reflectoras o estructuras de sombra artificial sobre las casillas puede reducir aún más la transferencia de calor por conducción desde la superficie de las mismas (Carter et al., 2014). El uso de sombra natural es común y efectivo, sobre todo en establecimientos a pastoreo ya que bloquea la radiación solar, y la evapotranspiración de las hojas enfría el microclima.

Sin embargo, durante épocas de calor extremo, la ventilación mecánica puede ser un método de mitigación necesario. Los métodos de ventilación activa tienen la ventaja de proporcionar velocidades de aire constantes a lo largo del día, generalmente superiores a las alcanzadas mediante ventilación natural, independientemente del tipo de ventilación mecánica o del sistema de alojamiento de los terneros (Dado-Senn et al., 2020b; Guenther et al., 2025; Larsen et al., 2026; Montevecchio et al., 2022). Los ventiladores tipo barril pueden emplearse en terneros alojados en grupos o corrales (Dado-Senn et al., 2020b; **Figura 2A**). Esta estrategia de ventilación ha demostrado ser efectiva para reducir la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal. Además, terneros expuestos a ventilación mecánica presentan mayor consumo de leche y concentrado, así como cambios en el comportamiento y posturas indicativas de mayor confort térmico (Dado-Senn et al., 2020b). Ventiladores que funcionan con energía solar han demostrado ser efectivos en el intercambio de aire en casillas cerradas, ya que reducen la acumulación interna de calor y mejoran la calidad del aire y el confort del ternero durante los períodos de alto ITH (Dado-Senn et al., 2024; Larsen et al., 2026; **Figura 2B**). La ventilación con tubos de presión positiva (TVPP) está surgiendo como otra opción en la ventilación mecánica, tanto para sistemas al aire libre como para galpones o corrales, logrando reducir la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal (Guenther et al., 2025; **Figura 2C,**

Figura 2. Sistemas de ventilación mecánica para terneros pre-destete. Nuestro grupo ha desarrollado múltiples métodos de ventilación mecánica para la reducción de calor en diversos entornos, incluyendo ventiladores de barril para terneros en grupos (**A**; Dado-Senn et al., 2020b), ventiladores solares para albergar terneras individualmente (**B**; Dado-Senn et al., 2024; Larsen et al., 2026); ventilación por tubo de presión positiva (**C**; Guenther et al., 2025), y ventilación por tubo de presión positiva para terneros alojados en establos cerrados techados con cortinas (**D**).

D). Este tipo de sistema, cuando se utiliza para mitigar el calor en ambientes interiores, presenta ventajas frente a los ventiladores tradicionales, ya que permite dirigir un flujo constante de aire fresco de alta velocidad hacia múltiples animales en corrales individuales, los cuales han mostrado reducciones en la frecuencia respiratoria y en la temperatura corporal.

5 – CONCLUSIONES

La exposición de las vacas secas preñadas al EPC del verano tiene impactos a corto y largo plazo en los rodeos lecheros. Desde el deterioro estructural de la glándula mamaria de la vaca (afectando la lactancia subsiguiente) hasta la programación epigenética y del desarrollo de su descendencia (hijas y nietas). Las consecuencias biológicas y económicas del EPC son de gran alcance. De manera similar, los terneros recién nacidos y en los primeros meses de vida sufren EPC causado por las altas temperaturas y humedad del verano. Implementar estrategias de mitigación tanto para vacas secas como para terneros es una inversión a largo plazo en la productividad, la resiliencia y la sustentabilidad genética de la industria lechera.

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bakony, M., G. Kiss, L. Kovács, and V. Jurkovich. 2021. The effect of hutch compass direction on primary heat stress responses in dairy calves in a continental region. Animal Welfare 30:315–324. https://doi.org/10.7120/09627286.30.3.009.

Carter, B.H., T.H. Friend, S.M. Garey, J.A. Sawyer, M.B. Alexander, and M.A. Tomazewski. 2014. Efficacy of reflective insulation in reducing heat stress on dairy calves housed in polyethylene calf hutches. Int J Biometeorol 58:51–59. https://doi.org/10.1007/s00484-012-0623-x.

Cattaneo, L., J. Laporta, and G. E. Dahl. 2022. Programming effects of late gestation heat stress in dairy cattle. Reprod. Fertil. Dev. 35(2):106-117.

Coleman, D.A., B.R. Moss, and T.A. McCaskey. 1996. Supplemental Shade for Dairy Calves Reared in Commercial Calf Hutches in a Southern Climate. Journal of Dairy Science 79:2038–2043. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76577-3.675

Dado-Senn, B., S.L. Field, B.D. Davidson, L.T. Casarotto, M.G. Marrero, V. Ouellet, F. Cunha, M.A. Sacher, C.L. Rice, F.P. Maunsell, G.E. Dahl, and J. Laporta. 2021. Late-Gestation in utero Heat Stress Limits Dairy Heifer Early-Life Growth and Organ Development. Front. Anim. Sci. 2. https://doi.org/10.3389/fanim.2021.750390.

Dado-Senn, B., V. Ouellet, G.E. Dahl, and J. Laporta. 2020a. Methods for assessing heat stress in preweaned dairy calves exposed to chronic heat stress or continuous cooling. Journal of Dairy Science 103:8587–8600. https://doi.org/10.3168/jds.2020-18381.

Dado-Senn, B., V. Ouellet, V. Lantigua, J. Van Os, and J. Laporta. 2023. Methods for detecting heat stress in hutch-housed dairy calves in a continental climate. Journal of Dairy Science 106:1039–1050. https://doi.org/10.3168/jds.2022-22237.

Dado-Senn, B., A.L. Skibiel, T.F. Fabris, G.E. Dahl, and J. Laporta. 2019. Dry period heat stress induces microstructural changes in the lactating mammary gland. PLoS One 14:e0222120. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222120.

Dado-Senn, B., J. Van Os, J. Dorea, and J. Laporta. 2024. Actively ventilating calf hutches using solar-powered fans: Effects on hutch microclimate and calf thermoregulation. JDS Communications 5:61–66. https://doi.org/10.3168/jdsc.2023-0390.

Dado-Senn, B., L. Vega Acosta, M. Torres Rivera, S.L.

Field, M.G. Marrero, B.D. Davidson, S. Tao, T.F. Fabris, G. Ortiz-Colón, G.E. Dahl, and J. Laporta. 2020b. Pre- and postnatal heat stress abatement affects dairy calf thermoregulation and performance. Journal of Dairy Science 103:4822–4837. https://doi.org/10.3168/jds.2019-17926.

Dado-Senn, B.M., S.L. Field, B.D. Davidson, G.E. Dahl, and J. Laporta. 2022. In utero hyperthermia in late gestation derails dairy calf early-life mammary development. Journal of Animal Science 100:skac186. https://doi.org/10.1093/jas/skac186.

Dahl, G.E., S. Tao, and J. Laporta. 2020. Heat Stress Impacts Immune Status in Cows Across the Life Cycle. Front. Vet. Sci. 7. https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00116.

Dairyland Initiative. 2026. Heat Abatement and Ventilation of Adult Cow Facilities. Accessed Mar. 3, 2026. https://thedairylandinitiative .vetmed.wisc.edu/home/housing-module/adult-cow-housing/ ventilation-and-heat-abatement/.

Davidson, B.D., S.L. Field, B. Dado-Senn, A.D. Beard, P.L.J. Monteiro, K.A. Riesgraf, A.R. Guadagnin, M.C. Wiltbank, G.E. Dahl, and J. Laporta. 2025. In utero heat stress compromises whole-body growth and mammary development from postweaning through puberty. J Dairy Sci 108:7837–7850. https://doi.org/10.3168/jds.2025-26458.

Guenther, M.C., B.D. Davidson, C.G. Savegnago, C.E. Halbach, A.A.C. Alves, S. Tao, and J. Laporta. 2025. Validation of a positive pressure tube ventilation system for heat abatement of outdoor preweaning dairy heifers. Journal of Dairy Science 108:11571–11585. https://doi.org/10.3168/jds.2025-26747.

Laporta, J., B. Dado-Senn, A.R. Guadagnin, L. Liu, and F. Peñagaricano. 2025. Preweaning heat stress alters liver transcriptome and DNA methylation in dairy calves. Journal of Dairy Science 108:4390–4402. https://doi.org/10.3168/jds.2024-25975.

Laporta, J., F.C. Ferreira, V. Ouellet, B. Dado-Senn, A.K. Almeida, A. De Vries, and G.E. Dahl. 2020. Late-gestation heat stress impairs daughter and granddaughter lifetime performance. J Dairy Sci 103:7555–7568. https://doi.org/10.3168/jds.2020-18154.

Laporta, J., and M.C. Guenther. 2025b. Making future udders: Mammary development and perinatal programming of dairy cattle. JDS Communications. https://doi.org/10.3168/jdsc.2025-0828.

Larsen, G.A., and J. Laporta. 2024. Carryover effects of maternal late-gestation heat stress on granddaughters' growth and mammary gland development. Journal of Dairy Science 107:6383–6392. https://doi.org/10.3168/jds.2024-24678.

Larsen, G.A., E.M. Tabor, K.J. Reuscher, A. Hoerl, J.R.R. Dorea, J.V. Os, T. Ollivett, and J. Laporta. 2026. Thermo-physiological responses and hutch microclimate of outdoor hutch-housed dairy heifers with or without continuous ventilation during a continental summer. Journal of Dairy Science 109:1590–1603. https://doi.org/10.3168/jds.2025-27480.

Monteiro, A.P.A., S. Tao, I.M. Thompson, and G.E. Dahl. 2014. Effect of heat stress during late gestation on immune function and growth performance of calves: Isolation of altered colostral and calf factors. Journal of Dairy Science 97:6426–6439. https://doi.org/10.3168/jds.2013-7891.

Monteiro, A.P.A., S. Tao, I.M.T. Thompson, and G.E. Dahl. 2016. In utero heat stress decreases calf survival and performance through the first lactation. J Dairy Sci 99:8443–8450. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11072.

Moore, D.A., J.L. Duprau, and J.R. Wenz. 2012. Short communication: Effects of dairy calf hutch elevation on heat reduction, carbon dioxide concentration, air circulation, and respiratory rates. Journal of Dairy Science 95:4050–4054. https://doi.org/10.3168/jds.2012-5397.

Montevecchio A.B., Frota W., Merenda V.R., Jones K.L., Martin J.G 3rd, Ballou M.A., Chebel R.C. 2022. Heat abatement during the pre-weaning period: effects on growth, feed efficiency, metabolites, and insulin of male Holstein calves. Int J Biometeorol. 66(11):2169-2181.

Ouellet, V., J. Laporta, and G.E. Dahl. 2020. Late gestation heat stress in dairy cows: Effects on dam and daughter. Theriogenology 150:471–479. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.011.

Reuscher, K.J., N.B. Cook, T.E. da Silva, M.R. Mondaca, K.M. Lutcherhand, and J.M.C. Van Os. 2023. Effect of different air speeds at cow resting height in freestalls on heat stress responses and resting behavior in lactating cows in Wisconsin. Journal of Dairy Science 106:9552–9567. https://doi.org/10.3168/jds.2023-23364.

Román L., Morales Piñeyrúa J.T., Banchero G., La Manna A. 2021. Access to shade during the dry period improves the performance of multiparous Holstein cows. Animal Production Science 61, 1706–1714. https://doi.org/10.1071/AN18797

Silva, G.M., L.R. Cangiano, T.F. Fabris, V.R. Merenda, R.C. Chebel, J.C.B. Dubeux Jr., N. DiLorenzo, and J. Laporta. 2021. Effects of providing artificial shade to pregnant grazing beef heifers on vaginal temperature, growth, activity, and behavior. Trans Anim Sci 5:txab053. https://doi.org/10.1093/tas/txab053.

Skibiel, A.L., B. Dado-Senn, T.F. Fabris, G.E. Dahl, and

J. Laporta. 2018a. In utero exposure to thermal stress has long-term effects on mammary gland microstructure and function in dairy cattle. PLoS ONE 13:e0206046. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206046.

Skibiel, A.L., J. Koh, N. Zhu, F. Zhu, M.-J. Yoo, and J. Laporta. 2022. Carry-over effects of dry period heat stress on the mammary gland proteome and phosphoproteome in the subsequent lactation of dairy cows. Sci Rep 12:6637. https://doi.org/10.1038/s41598-022-10461-z.

Skibiel, A.L., F. Peñagaricano, R. Amorín, B.M. Ahmed, G.E. Dahl, and J. Laporta. 2018b. In Utero Heat Stress Alters the Offspring Epigenome. Sci Rep 8:14609. https://doi.org/10.1038/s41598-018-32975-1.

Spain, J.N., and D.E. Spiers. 1996. Effects of Supplemental Shade on Thermoregulatory Response of Calves to Heat Challenge in a Hutch Environment. Journal of Dairy Science 79:639–646. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76409-3.

Tao, S., J.W. Bubolz, B.C. do Amaral, I.M. Thompson, M.J. Hayen, S.E. Johnson, and G.E. Dahl. 2011. Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. Journal of Dairy Science 94:5976–5986. https://doi.org/10.3168/jds.2011-4329.

Tucker, C.B., A.R. Rogers, and K.E. Schütz. 2008. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. Applied Animal Behaviour Science 109:141–154. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.015.

West, J. W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. J. Dairy Sci. 86:2131-2144.

Zimbelman, R. B., R. P. Rhoads, L. H. Baumgard, and R. J. Collier. 2009. Revised temperature humidity index (THI) for high producing dairy cows. J. Dairy Sci. 92 (E-Suppl. 1):347. (Abstr.)

EFECTOS DEL ESTRÉS TÉRMICO EN EL GANADO DE CARNE: de la fisiología a la calidad de carne y su manejo proactivo

Paula González-Rivas[1*]

1- The University of Melbourne, School of Agriculture, Food and Ecosystem Sciences, Faculty of Science. VIC. Australia.
* Paula.gonzrivas@gmail.com

1 – RESUMEN

El estrés por calor (HS) representa un desafío crítico para la industria ganadera, al comprometer el bienestar, el metabolismo y la productividad animal, afectando directamente la calidad de la carne. Más allá de las respuestas fisiológicas y conductuales inmediatas, el HS induce alteraciones bioquímicas y celulares complejas con efectos a corto y largo plazo que deterioran la seguridad y las propiedades organolépticas del producto final. El HS no es un desafío ocasional para el ganado sudamericano, más bien es una condición inherente de las condiciones climáticas de la región. Las repercusiones económicas son profundas e incluyen fallas reproductivas, mayores tasas de morbilidad y mortalidad, y una reducción del rendimiento de la canal. Ante este escenario, este documento subraya la necesidad crítica de implementar estrategias de manejo integradas que combinen modificaciones ambientales, nutrición de precisión y selección genética avanzada.

2 – SUMMARY

Heat stress (HS) represents a critical challenge for the livestock industry, compromising animal welfare, metabolism, and productivity, which directly impacts meat quality. Beyond immediate physiological and behavioral responses, HS induces complex biochemical and cellular alterations with short- and long-term effects that deteriorate the safety and organoleptic properties of the final product. Heat stress is not an occasional challenge for South American livestock; rather, it is an inherent condition of the region's climatic conditions. The economic repercussions are profound, including reproductive failures, higher morbidity and mortality rates, and reduced carcass yield. Given this scenario, this document underscores the critical need to implement integrated management strategies that combine environmental modifications, precision nutrition, and advanced genetic selection.

PALABRAS CLAVE

Estrés Térmico, Estrés por Calor, Bovinos, Calidad de Carne, DFD, PSE.

3 – INTRODUCCIÓN

ESTRÉS POR CALOR EN BOVINOS DE CARNE

El estrés por calor (HS) en el ganado bovino se desencadena cuando la temperatura ambiental supera la zona termoneutral (típicamente entre 0 °C y 25 °C). En este punto, el animal se ve obligado a desviar energía metabólica para activar mecanismos de disipación de calor, buscando mantener su temperatura corporal dentro del estrecho rango fisiológico de 38.0 °C a 39.3 °C. Al cruzar este umbral crítico, el ganado entra en HS que compromete severamente tanto los índices productivos como el estatus sanitario (Renaudeau et al., 2012) Figura 1.

Los rumiantes presentan una susceptibilidad intrínseca al estrés térmico (HS) debido a su elevada producción de calor metabólico basal. Un factor de riesgo determinante es el calor generado durante la fermentación ruminal, que representa entre el 3% y el 8% de la producción calórica total (Czerkawski, 1980), desafiando constantemente la capacidad termorreguladora (Beatty et al., 2008; Kadzere et al., 2002; Gonzalez-Rivas et al., 2016, 2017).

El ganado de engorda es particularmente vulnerable al HS, no solo ante eventos climáticos extremos, sino también ante cambios meteorológicos abruptos. A diferencia del ganado en pastoreo, que puede buscar microclimas (sombra, fuentes de agua o ventilación natural), los animales en feedlots (corrales de engorde) enfrentan una exposición inevitable al calor radiante del suelo o superficies de concreto. Además, las dietas de alta densidad energética en etapa de finalización incrementan significativamente la carga de calor metabólico (Mader et al.,1997; Holt et al., 2004; Renaudeau et al., 2012).

La gravedad del HS depende de una compleja interacción entre factores extrínsecos ambientales tales como temperatura, humedad relativa, temperatura del suelo, velocidad del viento y radiación solar directa (especialmente crítica en sistemas sin sombra) e intrínsecos del animal tales como genética, temperamento, color y características del pelaje, estado fisiológico (preñez, lactancia, peso corporal) y estatus sanitario, por ejemplo,

enfermedades respiratorias (Lees et al., 2019c).

Tradicionalmente, la severidad del HS se mide mediante el Índice de Temperatura-Humedad (THI) que combina la temperatura del aire y la humedad relativa (Thom, 1959; Mader et al., 2006). Sin embargo, para ganado en confinamiento expuesto a la intemperie, el THI resulta insuficiente. Por ello, se prefieren modelos más robustos como el Índice de Carga de Calor (HLI) y el Índice de Carga de Calor Acumulada (AHL), los cuales integran variables como la radiación solar y la velocidad del viento (Gaughan et al., 2008).

Un concepto crítico es la naturaleza acumulativa del HS: si la temperatura nocturna no desciende lo suficiente (al menos 6-8 h bajo los 23°C) para permitir la disipación del calor corporal, la carga térmica se vuelve acumulativa. Esta falta de recuperación nocturna exacerba drásticamente los impactos negativos en la fisiología, la salud, la productividad y el bienestar general del animal (Hahn, 1999; Mader, 2003).

Es importante que las condiciones climáticas se monitoreen lo mas cercano posible a los animales, para asegurar que los datos obtenidos sean representativos de las condiciones experimentadas por los animales. La recolección correcta de los datos también asegura que las estrategias de mitigación puedan ser implementadas efectivamente (Lees et al., 2026).

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS, CONDUCTUALES Y METABÓLICAS AL ESTRÉS POR CALOR

El HS desestabiliza la homeostasis energética del ganado, rompiendo el equilibrio entre la termogénesis y la termólisis. Como consecuencia, el animal prioriza la supervivencia, redirigiendo recursos metabólicos desde los procesos productivos hacia los mecanismos de termorregulación (Kadzere et al., 2002). El reconocimiento clínico del HS se fundamenta en indicadores conductuales y metabólicos que evidencian el esfuerzo del animal por mitigar la carga térmica:

Frecuencia respiratoria, jadeo y salivación: Constituyen los signos tempranos de estrés. El aumento de la frecuencia respiratoria y el jadeo con el hocico abierto buscan optimizar el enfriamiento por evaporación (Mader et al., 2006; Gonzalez-Rivas et al., 2016,2017; Lees et al. 2019c).

Frecuencia cardíaca y temperatura corporal: Ambos parámetros se elevan a medida que el animal intensifica sus esfuerzos de disipación (Gonzalez-Rivas et al., 2016, 2017). Para un monitoreo preciso de la temperatura corporal central, los bolos intraruminales han demostrado ser herramientas de alta eficacia (Gonzalez-Rivas et al., 2020; Lees et al., 2019b).

A medida que aumenta la temperatura corporal central aumenta la circulación periférica para intensificar la disipación del calor acumulado. Esto lleva a un aumento de la disipación de calor desde la superficie del cuerpo

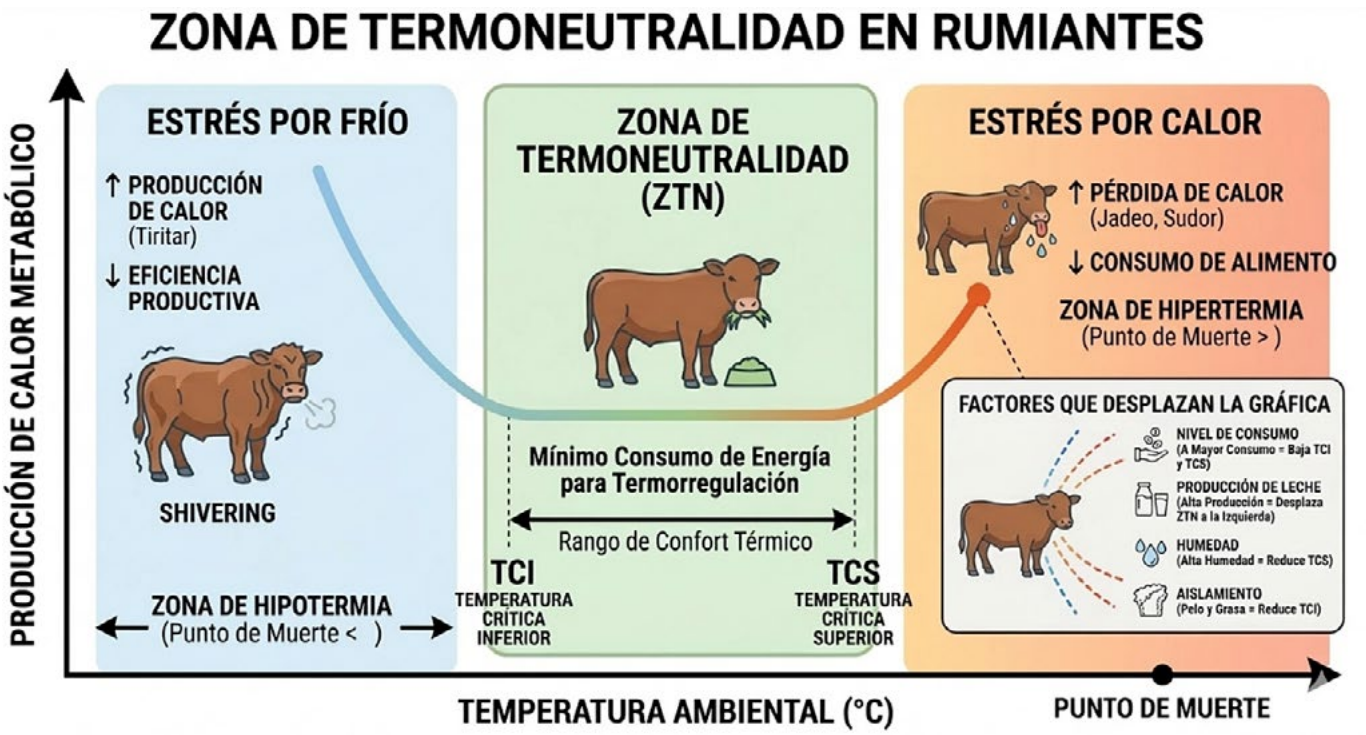


Figura 1: Zona de termoneutralidad en rumiantes y su relación con el estrés por calor.

incluyendo los ojos que están ricamente vascularizados. Bovinos bajo HS presentan cambios en la temperatura ocular medida por termografía infrarroja (IRT), lo que demuestra la utilidad de esta tecnología para evaluar la respuesta de los bovinos Al HS (Idris et al., 2026).

Alteraciones de Comportamiento, Consumo de Agua y Alimento: Conductualmente, los animales aumentan el tiempo que permanecen de pie para maximizar la superficie corporal expuesta a la ventilación, buscan activamente sombra y se salpican con agua o saliva (West, 2003; Idris et al., 2024). Adicionalmente, se ha observado que el ganado bovino bajo HS exhibe un aumento en el pisoteo lateralizado hacia la izquierda y de los miembros posteriores que reflejaría malestar, depresión, frustración e intentos de escape. El HS también afecta el comportamiento normal—incluyendo la ingesta de alimento, masticación, rumia y acicalamiento (Idris et al., 2026). La reducción de la ingesta de alimento es una contramedida adaptativa al HS, para minimizar el incremento calórico derivado de la fermentación y digestión (O'brien et al., 2010; Gonzalez-Rivas et al., 2017).

Por el contrario, el consumo de agua se incrementa drásticamente bajo HS como mecanismo crítico para compensar las pérdidas por sudoración, salivación y jadeo. Animales en engorde durante el verano pueden consumir hasta un 87.3% más agua que en invierno (32.4 vs 17.3 L/día) (Arias y Mader, 2011). Un acceso deficiente al agua no solo compromete la termólisis, sino que induce deshidratación y una pérdida significativa de peso vivo y materia seca muscular previo al sacrificio (Gonzalez-Rivas et al., 2020).

Alteraciones del Equilibrio Ácido-Base y Ruminal: El HS predispone a la Acidosis Ruminal Subclínica (SARA) debido a la alteración en los patrones de alimentación y la pérdida de capacidad amortiguadora por el babeo excesivo. Simultáneamente, el tiempo prolongado de pie aumenta la tensión podal, favoreciendo la aparición de cojeras (Shearer, 2005).

A nivel sistémico, la hiperventilación producto del jadeo induce una alcalosis respiratoria (Odongo et al., 2006; West, 2003), la cual es compensada mediante la excreción urinaria de bicarbonato (HCO_3^-), derivando finalmente en una acidosis metabólica (Schneider et al., 1988; Gonzalez-Rivas et al., 2017).

Estrés Oxidativo y Deterioro de Tejidos: La exposición prolongada a altas temperaturas y el desequilibrio ácido-base disparan el estrés oxidativo (Belhadj Slimen et al., 2016), el cual induce peroxidación lipídica y desnaturalización proteica (Chauhan et al., 2014; Celi y Gabai, 2015).

Respuestas Neuroendocrinas y Catabolismo: El HS activa de forma bimodal el sistema endocrino:

- **Eje Simpaticoadrenal**: Mediado por catecolaminas, acelera la glucogenólisis muscular y redistribuye el flujo sanguíneo hacia la periferia, agotando las reservas energéticas (Minton, 1994; Gregory, 2010; Chen et al., 2015; Afsal et al., 2018).
- **Eje Hipotalámico-Hipofisario-Suprarrenal (HPA)**: Eleva las concentraciones de glucocorticoides plasmáticos (Collier et al., 1982; Kadim et al., 2006; Bagath et al., 2019)., los cuales, si bien auxilian en la vasodilatación (Kuo et al., 2013), inducen proteólisis y antagonizan la acción de la insulina y el IGF-1, exacerbando la pérdida de masa muscular y reduciendo el rendimiento de la canal (Braun y Marks, 2015).

Modulación de la Insulina y Metabolismo Lipídico: A diferencia de otros tipos de estrés, los rumiantes bajo HS exhiben un incremento en la secreción basal y en la sensibilidad a la insulina. Este fenómeno actúa como un freno metabólico que impide la movilización del tejido adiposo y, por el contrario, estimula la lipogénesis (O'brien et al., 2010; Baumgard y Rhoads, 2013). Desde una perspectiva evolutiva, esta reducción en la lipólisis es un mecanismo crítico para minimizar la termogénesis asociada a la oxidación de ácidos grasos, reduciendo así la carga de calor metabólico total (O'Brien et al., 2010; Gonzalez-Rivas et al., 2020).

Repartición de Nutrientes y Priorización Energética: Bajo condiciones de HS, los rumiantes experimentan un cambio drástico en su jerarquía metabólica, adoptando la glucosa y sus precursores gluconeogénicos como fuentes primarias de energía (Bernabucci et al., 2010; Baumgard y Rhoads, 2013). Este ajuste metabólico prioriza la termorregulación inmediata sobre los procesos anabólicos de largo plazo, como el crecimiento muscular y la síntesis de tejidos.

Respuesta Tiroidea y Termo tolerancia: La función tiroidea, eje central de la termogénesis en mamíferos, se ve significativamente alterada bajo estrés térmico. El HS induce una reducción marcada en las concentraciones plasmáticas de triyodotironina (T_3) y tiroxina (T_4) en rumiantes (Collin et al., 2005). Esta hipofunción tiroidea adaptativa busca reducir la tasa metabólica basal disminuyendo la producción de calor interno y alterar el perfil lipídico al reducir la utilización de ácidos grasos no esterificados (NEFA) favoreciendo la deposición de grasa.

La dinámica de los NEFA y la actividad tiroidea se consideran indicadores clave de la termo tolerancia y de la capacidad de aclimatación del músculo esquelético ante

desafíos térmicos ambientales (Bernabucci et al., 2010; Gonzalez-Rivas et al., 2020).

Eficiencia Celular y Disfunción Mitocondrial: El impacto del HS trasciende el nivel sistémico y alcanza la maquinaria celular provocando una disfunción mitocondrial, afectando la cadena de transporte de electrones y reduciendo la eficiencia en la producción de ATP (Marquez-Acevedo et al., 2023). Esta falla bioenergética no solo exacerba el déficit energético general del animal, sino que incrementa la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), retroalimentando el ciclo de estrés oxidativo y daño tisular.

IMPACTO DEL ESTRÉS POR CALOR EN LA CALIDAD DE LA CARNE

Las alteraciones fisiológicas inducidas por el HS impactan directamente en el crecimiento, la eficiencia de conversión alimenticia y el estatus sanitario del ganado bovino. Un estado hipertérmico previo al sacrificio se asocia directamente con alta temperatura de rigor, un proceso de *rigor mortis* acelerado y severo que resulta en una carne significativamente más dura (Warner et al., 2014) y con agotamiento de glucógeno, temperaturas rectales elevadas debido al estrés están asociadas a niveles reducidos de glucógeno muscular al momento del sacrificio (Pighin et al., 2014) resultando en una capacidad glucolítica alterada; la hipertermia reduce la reserva energética del músculo, afectando el descenso del pH post-mortem, factor determinante en la seguridad, color y terneza de la carne.

A nivel celular, la combinación de estrés oxidativo, desnaturalización proteica y disfunción mitocondrial degrada la integridad de las membranas del músculo esquelético, afectando los atributos sensoriales críticos: terneza, jugosidad y sabor. El HS es un determinante clave en la cinética del pH post-mortem, cuya desviación genera importantes defectos de calidad en la industria (Gonzalez-Rivas at al., 2020; Tabla 1).

Carne pálida, blanda y exudativa (PSE): El HS agudo inmediatamente antes del sacrificio produce una glucogenólisis rápida e intensa. Bajo este estado, el músculo depende del metabolismo anaeróbico, incrementando la conversión de piruvato en lactato; este proceso persiste en el periodo temprano *post-mortem* mientras la temperatura de la canal aún es elevada, lo que resulta en desnaturalización proteica debido a la combinación de bajo pH y alta temperatura, baja capacidad de retención de agua (CRA) y color pálido y textura blanda. Aunque es más común en cerdos y aves, su incidencia en bovinos bajo estrés pre-sacrificio es un riesgo latente (Kim et al., 2014; Gonzalez-Rivas et al., 2020).

Carne oscura, firme y seca (DFD): El HS prolongado (crónico) es una causa documentada de carne DFD o "corte oscuro" en ruminantes (Gregory, 2010). La exposición constante a altas temperaturas, especialmente con fluctuaciones térmicas día/noche y dietas de baja calidad, agota las reservas de glucógeno muscular y hepático (Knee et al., 2004; Gardner et al., 2014). Al no haber suficiente glucógeno para convertirse en ácido láctico post-mortem, el pH final permanece elevado (pH > 5.7). Esta carne se caracteriza por un color rojo oscuro a negro parduzco, consistencia firme y pegajosa y una CRA inusualmente alta. Los cortes DFD son altamente susceptible a la contaminación microbiana, lo que reduce drásticamente su vida útil (Gonzalez-Rivas et al., 2020). Generalmente, más de dos semanas de HS se requieren para aumentar el pH final de la carne de bovinos y ovinos (Rana et al., 2014; Zhang et al., 2021).

Kadim et al. (2004) demostraron que el ganado sacrificado bajo condiciones de estrés por calor (> 30 °C) produce una alta proporción (59%) de canales DFD (pHu > 6.0) que los animales sacrificados durante la estación fría. Los músculos *longissimus thoracis* de carne bovina, procesados durante la estación cálida y extraídos dentro de los 60 minutos post-mortem, tuvieron un pH final significativamente mas alto (6.24 vs 5.54), menores valores

Tabla 1: Efecto del Estrés por Calor en la Calidad de Carne Bovina

Atributo	Efecto	Mecanismo
Terneza	Reducida	Desnaturalización de proteínas, proteólisis aumentada, fibras musculares alteradas y acumulación de ácido láctico.
Jugosidad	Reducida	Desnaturalización de proteínas, alteración de la textura, reducción de la CRA y oxidación lipídica.
Sabor	Inferior	Oxidación lipídica (formación de aldehídos/cetonas) y degradación de nutrientes esenciales.
Estabilidad del Color	Reducida	Oxidación de la mioglobina, aumento de especies reactivas de oxígeno (ROS) y peroxidación lipídica.
Valor Nutricional	Comprometido	Agotamiento de aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados y antioxidantes naturales.
Vida Útil	Reducida	Aumento de peroxidación lipídica y mayor riesgo de contaminación bacteriana (especialmente en canales DFD).
pH Final	/ Variable	**HS Agudo:** Utilización rápida del glicógeno y caída rápida de pH (PSE). **HS Prolongado:** Agotamiento de reservas de glicógeno y pH final elevado (DFD).
Capacidad de Retención (CRA)	/ Alterada	**HS Agudo:** Baja (PSE). **HS Prolongado:** Alta (DFD).

de Fuerza de Cizallamiento (WBSF) (10.1 vs 15.6 kg/cm²) y pérdida por cocción (19.8 vs 26.0%) —medidos aproximadamente 48 h post-mortem— que los recolectados durante la estación fría.

Estudios realizados en Europa han demostrado que la carne de cruzas Holstein-Friesian procesadas durante el invierno presentan un color rojo más brillante y valores de *a*, b*, C* y H°* mas altos que la carne producida en verano. En verano se observó una mayor frecuencia (30%) de carne con pH final > 5.8 en *el longissimus thoracis* 48 horas post-mortem (Węglarz, 2010). En otro experimento con ganado Hanwoo, se demostró que, aunque no se consideraba DFD, la carne de ganado sacrificado en verano tenía un pH final mayor (5.46 vs 5.36) medido en el *longissimus thoracis* 48 horas post-mortem que la de invierno. Esta variación se atribuyó a la alta temperatura y humedad del verano coreano (Panjono et al., 2011).

Marmoleo y Calidad de la Canal: El depósito de grasa intramuscular es un proceso fisiológico complejo que ocurre de manera tardía en comparación con otros depósitos adiposos. El HS afecta este atributo debido a la liberación de catecolaminas y la reducción en la ingesta de alimento fuerzan al animal a movilizar lípidos intramusculares para obtener energía rápida, lo que reduce el grado de marmoleo (Abebe et al., 2024). Sin embargo, algunos modelos sugieren que el HS puede aumentar la lipogénesis y disminuir la lipólisis como mecanismo de ahorro calórico, incluso cuando la grasa subcutánea disminuye (Tan y Jiang, 2024). La evidencia de campo es clara: en ganado Hanwoo, el área del ojo del lomo y la puntuación de marmoleo son significativamente menores en animales sacrificados durante el verano en comparación con otras estaciones, independientemente del sexo (Panjono et al., 2009).

Seguridad e Inocuidad de la Carne: El HS puede comprometer la seguridad alimentaria a través de la alteración de las barreras biológicas del animal. Las respuestas autonómicas ante el calor deterioran la función y permeabilidad del tracto gastrointestinal (TGI), facilitando la proliferación y translocación de patógenos desencadenando procesos inflamatorios (Saunders et al., 2002; Gabler y Pearce, 2015). Cuando el pH en el abomaso se eleva se incrementa la supervivencia y colonización de patógenos como *E. coli*, *Salmonella* y *Campylobacter* en el TGI distal resultando en una mayor excreción de estos al medio ambiente aumentando drásticamente el riesgo de contaminación de la canal durante el proceso de faenado (Rostagno, 2009; Gonzalez-Rivas et al., 2020).

IMPACTO ECONÓMICO DEL HS EN LA INDUSTRIA CÁRNICA

El HS representa uno de los desafíos económicos más críticos para la cadena de valor de la carne bovina a nivel global. Se estima que solo en los feedlots de Australia, el HS genera costos aproximados de AUD$16,5 millones anuales (Sackett et al., 2006). Bajo el escenario actual de cambio climático, estas cifras adquieren una dimensión alarmante: modelos recientes proyectan pérdidas globales en la producción ganadera de entre USD$15 y $40 billones anuales para finales de siglo, afectando con mayor severidad a las regiones tropicales y subtropicales (Thornton et al., 2022). La industria cárnica Sudamericana ilustra este desafío, con más de 380 millones de cabezas de ganado bovino criadas predominantemente en sistemas de pastoreo y terminadas en engorda en Brasil, Argentina, Colombia, Paraguay y Uruguay (Baruselli et al., 2025). De acuerdo a modelos recientes, el 65% del ganado se encuentra en zonas de riesgo térmico elevado, experimentando hasta 2.800 horas anuales de HS moderado a intenso; una magnitud que sitúa al HS entre los desafíos de bienestar más significativos en la producción animal en América del Sur (Shuck-Paim et al., 2026).

La erosión de la rentabilidad se manifiesta a través de múltiples frentes operativos:

Eficiencia Productiva Degradada: La reducción del consumo voluntario de alimento impacta directamente en la Ganancia Diaria de Peso (GDP). Se estima una pérdida promedio de 10 kg por animal bajo HS, lo que obliga a extender el periodo de engorda en al menos 7 días adicionales para alcanzar el peso de faena, elevando los costos fijos y variables (Beede y Collier, 1986; Brown-Brandl et al., 2005; Lees et al., 2019c).

Depreciación de la Canal: El HS compromete el valor de mercado del producto final debido a alteraciones en el rendimiento de la canal, la relación músculo-grasa y la aparición de defectos de calidad como corte oscuro (DFD), que limitan el acceso a mercados de alto valor (Gonzalez-Rivas et al., 2020; Tabla 1).

Deterioro de la Función Reproductiva: Las hembras ven alterado el desarrollo folicular, la calidad del ovocito y la viabilidad embrionaria, además de inhibirse la expresión del celo, lo que reduce drásticamente la tasa de concepción (Wolferson y Roth, 2019; Khan et al., 2023; Capela et al., 2025). En machos el HS afecta negativamente la calidad seminal y la libido. (Rahman et al., 2018; Morell, 2020; Khan et al., 2023). Esto resulta en la extension de los intervalos entre partos y reduciendo el número de terneros destetados por año.

Sobrecarga en Recursos e Insumos: El incremento drástico en el consumo de agua para termorregulación eleva los costos operativos, especialmente en zonas de estrés hídrico. A esto se suma el debilitamiento del sistema inmunológico de los animales (Peli et al., 2013; Bagath et al., 2019) aumentando el gasto en medicamentos y servicios veterinarios debido a la morbilidad inducida por el calor (Peli et al., 2013).

Mortalidad y Percepción Pública: Los eventos de olas de calor extremo pueden provocar la muerte súbita de animales. Más allá de la pérdida directa de capital, estos incidentes generan un impacto negativo en la percepción social de la industria y el bienestar animal (Lees et al., 2019).

Costos de Mitigación: La inversión necesaria en infraestructura (sombras, aspersores, ventilación) y suplementación nutricional específica representa una carga financiera que, si bien necesaria, reduce los márgenes netos de utilidad.

ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DEL ESTRÉS POR CALOR

La mitigación del HS requiere un enfoque multidimensional que combine manejo ambiental, nutricional y selección genética.

Modificaciones Ambientales: El control del ambiente donde viven los animales es la primera línea de defensa para mantener la homeostasis

Provisión de Sombra: La sombra puede reducir la temperatura de la superficie del suelo en 15 °C y la temperatura radiante del aire hasta en 9 °C en comparación con la exposición directa al sol (Maia et al., 2023), dependiendo de las características de la sombra y las condiciones climáticas locales. Se recomienda un área de 1.85 a 3.70 m^2 por animal con materiales que bloqueen la radiación solar efectivamente. La sombra puede ser proporcionada por fuentes naturales como árboles, que ofrecen enfriamiento adicional a través de la evapotranspiración, o por estructuras artificiales siempre y cuando la ubicación de la sombra considere el movimiento del aire, la radiación solar y evite el hacinamiento.

El acceso a sombra no solo mejora la GDP y la eficiencia alimenticia (+4.5%), sino que también mejora el uso del agua, resulta en puntuaciones de jadeo más bajas, mejor rendimiento de la canal (+5 kg), incluyendo grados de calidad más altos, mejor marmoleo y una menor incidencia de DFD (Lees et al., 2019b; Mitlöhner et al., 2002; Maia et al., 2023). Los autores también notaron un comportamiento menos agresivo en el ganado mantenido bajo sombra, lo que indica que el HS puede aumentar el bullying, lo que agotaría las reservas de glucógeno (Kreikemeier et al., 1998).

Sistemas de Enfriamiento: En climas húmedos, la combinación de aspersores (para mojar el pelaje) y ventiladores (para forzar la evaporación) es la estrategia más eficaz para reducir la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal central (Gaughan et al., 2004; 2008). El manejo eficaz del HS mediante aspersores implica el uso de gotas grandes (150 micrones de diámetro) para empapar completamente el animal, en lugar de crear una neblina fina, la cual solo incrementa la humedad ambiental. Idealmente, los aspersores deben combinarse con ventiladores y funcionar en ciclos intermitentes (por ejemplo, 3 minutos de encendido por 12-15 minutos de apagado) para permitir la evaporación, lo que enfría el cuerpo del animal durante un periodo de 2 a 6 horas.

Ajustes Nutricionales y Manejo de la Alimentación: La dieta debe ajustarse para minimizar el incremento calórico de la digestión.

Densidad de la Alimentación: Desplazar el suministro del 70% de la ración hacia la tarde/noche permite que el pico de calor metabólico (4–6 horas post-ingesta) ocurra durante las horas más frescas del día. (Brosh et al., 1998; Gaughan et al., 2008).

Ajustes Nutricionales: Aumentar la densidad energética de la dieta con almidón de fermentación lenta o grasa añadida para compensar la reducción del consumo de alimento, aportar energía y generar menos calor de fermentación (Gaughan y Mader, 2009; Gonzalez-Rivas et al., 2016, 2017, 2018). Proporcionar fuentes de fibra de alta calidad para una eficiencia ruminal óptima (Mader et al., 1999).

La suplementación con antioxidantes como la vitamina E, Se y otros minerales traza (Cu, Zn y Mn) pueden mitigar el daño oxidativo. Adicionalmente, el Zn y el Cr mejoran la termorregulación y el equilibrio energético y metabólico (Arthington y Ranches, 2021; Palomares, 2022).

Suplementación con Na y K para compensar las pérdidas por sudoración y evitar la acidosis metabólica (Beatty et al., 2007).

Compuestos como la betaína ayudan al equilibrio osmótico, reduciendo la deshidratación (DiGiacomo et al., 2014; Dunshea et al., 2019). Levaduras y otros probióticos protegen la integridad de la barrera intestinal, reduciendo la inflamación sistémica (Broadway et al,.2020).

Acceso adecuado al agua: Asegurar una capacidad suficiente del bebedero (7.5 cm de espacio lineal por animal) y un suministro continuo de agua fría y limpia (entre 16 y 18°C) (Sullivan & Mader, 2018). El agua fría

favorece el enfriamiento del rumen (Gonzalez-Rivas et al. 2018). Localizar los bebederos en el centro del corral, cercano o bajo sombra. Es poco probable que los animales caminen más de 30 metros bajo el sol para buscar agua bajo calor extremo. El agua debe estar disponible en cada potrero en múltiples bebederos para prevenir aglomeraciones.

Manejo Pre-sacrificio y Bienestar: El manejo en las últimas horas antes del sacrificio define el pH final y la calidad de la carne:

Protocolos de Trabajo: Evitar trabajar con el ganado durante períodos de temperaturas extremas. Si la manipulación es inevitable, mantener los tiempos de trabajo lo más cortos posible, utilizar técnicas de manejo que aseguren bajo estrés y trabajar con grupos de animales reducidos. Proporcionar suficiente agua en los corrales de espera y evitar mezclar grupos de animales desconocidos inmediatamente antes del transporte o el sacrificio (Ferguson y Warner, 2008; Sullivan y Mader., 2018).

Diagnóstico del Estrés: Si los animales han estado bajo HS prolongado, la prioridad es reponer las reservas de glucógeno, si es factible, o minimizar cualquier gasto de energía adicional y así evitar DFD. Si el estrés es agudo (inmediato antes del sacrificio), el enfoque debe ser un enfriamiento rápido y minimizar el esfuerzo físico para evitar la descomposición rápida del glucógeno y así evitar PSE.

Selección Genética y Resiliencia: A largo plazo, la genética es la solución más sostenible. Se están realizando importantes esfuerzos para identificar y seleccionar razas o animales dentro de una raza con mayor termo tolerancia. El cruce de razas *Bos taurus* y *Bos indicus* tiene como objetivo combinar la eficiencia de producción de las razas taurinas con la termo tolerancia de las razas índicas; debido a su tasa metabólica y de crecimiento baja, requerimientos reducidos y las propiedades de su piel (tamaño y abundancia de glándulas sudoríparas) (Renaudeau et al., 2012; Bradford et al., 2016; Lees et al., 2019c).

Estudios recientes están identificando marcadores genéticos específicos asociados con rasgos de termo tolerancia. Estos rasgos incluyen el gen Slick que da como resultado un pelaje corto y liso y una mejor tolerancia al calor. Este gen, particularmente la mutación dominante SLICK1 en el gen del receptor de prolactina, se asocia con una mejor regulación de la temperatura corporal durante el HS. Este gen se encuentra en varias razas incluyendo Senepol (Hansen, 2020).

4 – CONCLUSIÓN

DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS EN LA CALIDAD CÁRNICA

El impacto del HS en la calidad de la carne bovina trasciende el bienestar animal para convertirse en un desafío estructural de la industria ganadera global. Este fenómeno desencadena una cascada de alteraciones metabólicas que desvían la energía de los procesos anabólicos hacia la termorregulación. Dichas adaptaciones, mediadas por desequilibrios neuroendocrinos, estrés oxidativo y una reprogramación del metabolismo de nutrientes, comprometen de forma directa los atributos fisicoquímicos del músculo.

La naturaleza del estrés —ya sea agudo o prolongado— dicta la calidad de la canal al agotar de distintas formas las reservas de glucógeno. Esta dinámica determina el perfil de pH final, derivando en defectos críticos PSE or DFD respectivamente. Ambas condiciones resultan en atributos sensoriales inferiores y pérdidas económicas sustanciales debido a la degradación del valor de la canal.

Abordar este desafío exige un enfoque integrado y proactivo: las modificaciones ambientales (sombra y enfriamiento), de manejo y las estrategias nutricionales (densidad energética de la dieta, antioxidantes, osmolitos y balance electrolítico) no son solo herramientas de bienestar, sino inversiones estratégicas para garantizar la resiliencia del animal y la excelencia del producto final. Mirando hacia el futuro, la selección genética para la termo tolerancia ofrece vías prometedoras.

Al practicar estos cambios de manejo la industria de la carne bovina puede mejorar el bienestar animal, aumentar la productividad y salvaguardar la calidad y el valor de la carne frente al cambio climático.

5 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEBE, B. K., WANG, J., GUO, J., WANG, H., LI, A., & ZAN, L. (2024). A review of emerging technologies, nutritional practices, and management strategies to improve intramuscular fat composition in beef cattle. Animal Biotechnology, 35(1).

AFSAL, A., SEJIAN, V., MADIAJAGAN, B., & KRISHNAN, G. (2018). Heat stress and livestock adaptation: Neuro-endocrine regulation. International Journal of Veterinary and Animal Medicine, 1(2), 1–8.

ARIAS, R. A., & MADER, T. L. (2011). Environmental factors affecting daily water intake on cattle finished in feedlots. Journal of Animal Science, 89(1), 245-251.

ARTHINGTON, J. D., & RANCHES, J. (2021). Trace mineral nutrition of grazing beef cattle. Animals, 11(10), 2767.

BAGATH, M., KRISHNAN, G., DEVARAJ, C., RASHAMOL, V. P., PRAGNA, P., LEES, A. M., & SEJIAN, V. (2019). The impact of heat stress on the immune system in dairy cattle: A review. Research in Veterinary Science, 126, 94-102.

BAUMGARD, L. H., & RHOADS, R. P. (2013). Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. Annual Review of Animal Biosciences, 1(1), 311–337.

BARUSELLI, P. S., ABREU, L. A., MENCHACA, A., & BÓ, G. A. (2025). The future of beef production in South America. Theriogenology, *231*, 21-28.

BEATTY, D. T., BARNES, A., TAPLIN, R., MCCARTHY, M., & MALONEY, S. K. (2007). Electrolyte supplementation of live export cattle to the Middle East. Australian Journal of Experimental Agriculture, 47(2), 119-124.

BEATTY, D.T., BARNES, A., TAYLOR, E., & MALONEY, S.K. (2008). Do changes in feed intake or ambient temperature cause changes in cattle rumen temperature relative to core temperature? Journal of Thermal Biology, 33, 12–19.

BEEDE, D. K., & COLLIER, R. J. (1986). Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. Journal of Animal Science, 62(2), 543-554.

BELHADJ SLIMEN, I., NAJAR, T., GHRAM, A., & ABDRRABBA, M. J. O. A. P. (2016). Heat stress effects on livestock: molecular, cellular and metabolic aspects, a review. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 100(3), 401-412.

BERNABUCCI, U., LACETERA, N., BAUMGARD, L. H., RHOADS, R. P., RONCHI, B., & NARDONE, A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. Animal, 4(7), 1167-1183.

BERNABUCCI, U., LACETERA, N., DANIELI, P. P., BANI, P., NARDONE, A., & RONCHI, B. (2009). Influence of different periods of exposure to hot environment on rumen function and diet digestibility in sheep. International Journal of Biometeorology, 53(5), 387–395.

BRADFORD, H. L., FRAGOMENI, B. O., BERTRAND, J. K., LOURENCO, D. A. L., & MISZTAL, I. (2016). Genetic evaluations for growth heat tolerance in Angus cattle. Journal of Animal Science, 94(10), 4143-4150.

BRAUN, T. P., & MARKS, D. L. (2015). The regulation of muscle mass by endogenous glucocorticoids. Frontiers in Physiology, 6(12)

BROADWAY, P. R., CARROLL, J. A., BURDICK SANCHEZ, N. C., CRAVEY, M. D., & CORLEY, J. R. (2020). Some negative effects of heat stress in feedlot heifers may be mitigated via yeast probiotic supplementation. Frontiers in Veterinary Science, 6, 515.

BROSH, A., AHARONI, Y., DEGEN, A.A., WRIGHT, D., & YOUNG, B.A. (1998). Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in a hot environment. Journal of Animal Sciences, 76, 2671–2677.

BROWN-BRANDL, T.M., EIGENBERG, R.A., NIENABER, J.A., & HAHN, G.L. (2005). Dynamic Response Indicators of Heat Stress in Shaded and Non-shaded Feedlot Cattle, Part 1: Analyses of Indicators. Biosystems Engineering, 90, 451–462.

CAPELA, L., LEITES, I., & PEREIRA, R. M. (2025). Heat Stress from Calving to Mating: Mechanisms and Impact on Cattle Fertility. Animals, 15(12), 1747.

CELI, P., & GABAI, G. (2015). Oxidant/antioxidant balance in animal nutrition and health: The role of protein oxidation. Frontiers in Veterinary Science, 2(48).

CHAUHAN, S. S., CELI, P., PONNAMPALAM, E. N., LEURY, B. J., LIU, F., & DUNSHEA, F. R. (2014). Antioxidant dynamics in the live animal and implications for ruminant health and product (meat/milk) quality: Role of vitamin E and selenium. Animal Production Science, 54(10), 1525–1536.

CHEN, Y., ARSENAULT, R., NAPPER, S., & GRIEBEL, P. (2015). Models and methods to investigate acute stress responses in cattle. Animals, 5(4), 1268-1295.

COLLIER, R. J., BEEDE, D. K., THATCHER, W. W., ISRAEL, L. A., & WILCOX, C. J. (1982). Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. Journal of Dairy Science, 65(11), 2213–2227.

COLLIN, A., CASSY, S., BUYSE, J., DECUYPERE, E., & DAMON, M. (2005). Potential involvement of mammalian and avian uncoupling proteins in the thermogenic effect of thyroid hormones. Domestic Animal Endocrinology, 29(1), 78–87.

CZERKAWSKI, J.W. (1980) A novel estimate of the magnitude of heat produced in the rumen. British Journal of Nutrition, 42, 239–243.

DIGIACOMO, K., WARNER, R. D., LEURY, B. J., GAUGHAN, J. B., & DUNSHEA, F. R. (2014). Dietary betaine supplementation has energy-sparing effects in feedlot cattle during summer, particularly in those without access to shade. Animal Production Science, 54(4), 450–458.

DUNSHEA, F. R., OLUBOYEDE, K., DIGIACOMO, K., LEURY, B. J., & COTTRELL, J. J. (2019). Betaine improves milk yield in grazing dairy cows supplemented with concentrates at high temperatures. Animals, 9(2), 57.

FERGUSON, D. M., & WARNER, R. D. (2008). Have

we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? Meat science, 80(1), 12-19.

GABLER, N. K., & PEARCE, S. C. (2015). The impact of heat stress on intestinal function and productivity in grow-finish pigs. Animal Production Science, 55(12), 1403–1410.

GARDNER, G. E., MCGILCHRIST, P., & PETHICK, D. W. (2014). Ruminant glycogen metabolism. Animal Production Science, 54(10), 1575–1583.

GAUGHAN, J. B., MADER, T. L., HOLT, S. M., & LISLE, A. (2008). A new heat load index for feedlot cattle. Journal of Animal Science, 86(1), 226-234.

GAUGHAN, J.B. & MADER, T.L. (2009). Effects of sodium chloride and fat supplementation on finishing steers exposed to hot and cold conditions. Journal of Animal Sciences, 87, 612–621.

GAUGHAN, J.B., DAVIS, M.S., & MADER, T.L. (2004) Wetting and the physiological responses of grain-fed cattle in a heated environment. Australian Journal of Agricultural Research, 55, 253–260.

GAUGHAN, J.B., MADER, T.L. & HOLT, S.M. (2008) Cooling and feeding strategies to reduce heat load of grain-fed beef cattle in intensive housing. Livestock Science. 13, 226–233.

GONZALEZ-RIVAS, P. A., CHAUHAN, S. S., HA, M., FEGAN, N., DUNSHEA, F. R., & WARNER, R. D. (2020). Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. Meat science, 162, 108025.

GONZALEZ-RIVAS, P. A., DIGIACOMO, K., LEURY, B. J., COTTRELL, J. J., & DUNSHEA, F. R. (2017). Reducing rumen starch fermentation of wheat with three percent sodium hydroxide has the potential to ameliorate the effect of heat stress in grain-fed wethers. Journal of Animal Science, 95(12), 5547–5562.

GONZALEZ-RIVAS, P. A., DIGIACOMO, K., RUSSO, V. M., LEURY, B. J., COTTRELL, J. J., & DUNSHEA, F. R. (2016). Feeding slowly fermentable grains has the potential to ameliorate heat stress in grain-fed wethers. Journal of Animal Science, 94(7), 2981–2991.

GONZALEZ-RIVAS, P. A., SULLIVAN, M., COTTRELL, J. J., LEURY, B. J., GAUGHAN, J. B., & DUNSHEA, F. R. (2018). Effect of feeding slowly fermentable grains on productive variables and amelioration of heat stress in lactating dairy cows in a sub-tropical summer. Tropical Animal Health and Production, 50, 1763-1769.

GREGORY, N. G. (2010). How climatic changes could affect meat quality. Food Research International, 43(7), 1866–1873.

HAHN, G.L. (1999). Dynamic Responses of Cattle to Thermal Heat Loads. Journal of Animal Sciences 77 (Suppl. 2), 10–20.

HANSEN, P. J. (2020). Prospects for gene introgression or gene editing as a strategy for reduction of the impact of heat stress on production and reproduction in cattle. Theriogenology, 154, 190-202.

HOLT, S. M., GAUGHAN, J. B., & MADER, T. L. (2004). Feeding strategies for grain-fed cattle in a hot environment. Australian Journal of Agriculture Research, 55(7), 719–725.

IDRIS, M., SULLIVAN, M., GAUGHAN, J. B., & PHILLIPS, C. J. C. (2024). Behavioural Responses of Beef Cattle to Hot Conditions. Animals, 14(16), 2444.

IDRIS, M., SULLIVAN, M., GAUGHAN, J. B., & PHILLIPS, C. J. (2026). The Impact of Heat Load on Behaviour and Physiology of Beef Cattle: Preliminary Validation of Non-Invasive Diagnostic Indicators. Animals, 16(2), 308.

KADIM, I. T., MAHGOUB, O., AL-AJMI, D. S., AL-MAQBALY, R. S., AL-MUGHEIRY, S. M., & BARTOLOME, D. Y. (2004). The influence of season on quality characteristics of hot boned beef m. longissimus thoracis. Meat Science, 66(4), 831–836. https

KADIM, I. T., MAHGOUB, O., AL-KINDI, A., AL-MARZOOQI, W., & AL-SAQRI, N. M. (2006). Effects of transportation at high ambient temperatures on physiological responses, carcass and meat quality characteristics of three breeds of Omani goats. Meat Science, 73(4), 626–634.

KADZERE, C. T., MURPHY, M. R., SILANIKOVE, N., & MALTZ, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: A review. Livestock Production Science, 77(1), 59–91.

KHAN, I., MESALAM, A., HEO, Y. S., LEE, S.H., NABI, G., & KONG, I.K. (2023). Heat Stress as a Barrier to Successful Reproduction and Potential Alleviation Strategies in Cattle. Animals, 13(14), 2359.

KIM, B.Y.H., WARNER, R.D., & ROSENVOLD, K. (2004). Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality: a review. Animal Production Science, 54:375–95.

KNEE, B. W., CUMMINS, L. J., WALKER, P., & WARNER, R. (2004). Seasonal variation in muscle glycogen in beef steers. Australian Journal of Experimental Agriculture, 44(8), 729–734.

KREIKEMEIER, K. K., UNRUH, J. A., & ECK, T. P. (1998). Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. Journal of Animal Science, 76(2), 388–395.

KUO, T., HARRIS, C. A., & WANG, J.C. (2013). Metabolic functions of glucocorticoid receptor in skeletal muscle. Molecular and Cellular Endocrinology, 380(1), 79–88.

LEES, A. M., LEES, J. C., SEJIAN, V., SULLIVAN, M.

L., & GAUGHAN, J. B. (2019a). Influence of shade on panting score and behavioural responses of Bos taurus and Bos indicus feedlot cattle to heat load. Animal Production Science, 60(2), 305-315.

LEES, A. M., SEJIAN, V., LEES, J. C., SULLIVAN, M. L., LISLE, A. T., & GAUGHAN, J. B. (2019b). Evaluating rumen temperature as an estimate of core body temperature in Angus feedlot cattle during summer. International Journal of Biometeorology, 63, 939-947.

LEES, A. M., SEJIAN, V., WALLAGE, A. L., STEEL, C. C., MADER, T. L., LEES, J. C., & GAUGHAN, J. B. (2019c). The impact of heat load on cattle. Animals, 9(6), 322.

LEES, A. M., SEHMISH-LAHEY, L., WOLDEYOHANNES, S. M., PERKINS, N. R., & GAUGHAN, J. B. (2026). The influence weather station location on feedlot microclimate monitoring and its impact on heat load monitoring in Australian feedlots. Journal of Environmental Management, *398*, 128619.

MADER, T.L., DAVIS, M.S., & BROWN-BRANDL, T. (2006) Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. Journal of Animal Sciences, 84(3):712–719.

MADER, T.L. (2003). Environmental stress in confined beef cattle. Journal of Animal Sciences, 81, E110–E119.

MADER, T.L., GAUGHAN, J.B., & YOUNG, B.A. (1999). Feedlot Diet Roughage Level for Hereford Cattle Exposed to Excessive Heat Load. The Professional Animal Scientist, 15, 53–62.

MADER, T. L., GAUGHAN, J., SALVAGE, D., & YOUNG, B. (1997). Time of feeding influence on cattle exposed to heat. Nebraska Beef Cattle Report Paper, 449, 77–80.

MAIA, A. S., MOURA, G. A., FONSÊCA, V. F., GEBREMEDHIN, K. G., MILAN, H. M., CHIQUITELLI NETO, M., SIMÃO B.R., CAMPANELLI V.P.C. & PACHECO, R. D. L. (2023). Economically sustainable shade design for feedlot cattle. Frontiers in Veterinary Science, 10, 1110671.

MARQUEZ-ACEVEDO, A. S., HOOD, W. R., COLLIER, R. J., & SKIBIEL, A. L. (2023). Graduate Student Literature Review: Mitochondrial response to heat stress and its implications on dairy cattle bioenergetics, metabolism, and production. Journal of Dairy Science, 106(10), 7295-7309.

MINTON, J. E. (1994). Function of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and the sympathetic nervous system in models of acute stress in domestic farm animals. Journal of Animal Science, 72(7), 1891–1898.

MITLÖHNER, F. M., GALYEAN, M. L., & MCGLONE, J. J. (2002). Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behavior of heat-stressed feedlot heifers. Journal of Animal Science, 80(8), 2043-2050.

MORRELL, J. M. (2020). Heat stress and bull fertility. Theriogenology, 153, 62-67.

O'BRIEN, M. D., RHOADS, R. P., SANDERS, S. R., DUFF, G. C., & BAUMGARD, L. H. (2010). Metabolic adaptations to heat stress in growing cattle. Domestic Animal Endocrinology, 38(2), 86-94.

ODONGO, N. E., ALZAHAL, O., LINDINGER, M. I., DUFFIELD, T. F., VALDES, E. V., TERRELL, S. P., & MCBRIDE, B. W. (2006). Effects of mild heat stress and grain challenge on acid-base balance and rumen tissue histology in lambs. Journal of Animal Science, 84(2), 447–455.

PALOMARES, R. A. (2022). Trace minerals supplementation with great impact on beef cattle immunity and health. Animals, 12(20), 2839.

PANJONO, K. S. M., LEE, I. S., & LEE, S. K. (2009). Carcass characteristics of Hanwoo (Korean cattle) from different sex conditions, raising altitudes and slaughter seasons. Livestock Science, 123(2), 283–287.

PANJONO, K. S. M., LEE, I. S., & LEE, S. K. (2011). The quality characteristics of M. longissimus from Hanwoo (Korean cattle) steer with different raising altitudes and slaughter seasons. Livestock Science, 136(2), 240–246.

PELI, A., SCAGLIARINI, L., BERGAMINI, P. F., PROSPERI, A., BERNARDINI, D., & PIETRA, M. (2013). Influence of heat stress on the immunity in growing beef cattle. Large Animal Review, 19, 215-218.

PIGHIN, D. G., BROWN, W., FERGUSON, D. M., FISHER, A. D., & WARNER, R. D. (2014). Relationship between changes in core body temperature in lambs and post-slaughter muscle glycogen content and dark-cutting. Animal Production Science, 54(4), 459–463.

RAHMAN, M. B., SCHELLANDER, K., LUCENO, N. L., & VAN SOOM, A. (2018). Heat stress responses in spermatozoa: Mechanisms and consequences for cattle fertility. Theriogenology, 113, 102-112.

RANA, M., HASHEM M., AKHTER S., HABIBULLAH M., ISLAM M., & BISWAS R. (2014). Effect of heat stress on carcass and meat quality of indigenous sheep of Bangladesh. Bangladesh Journal of Animal Sciences. 43(2):147–153.

RENAUDEAU, D., COLLIN, A., YAHAV, S., DE BASILIO, V., GOURDINE, J. L., & COLLIER, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. Animal, 6(5), 707-728.

ROSTAGNO, M. H. (2009). Can stress in farm animals increase food safety risk? Foodborne Pathogens and Disease, 6(7), 767–776.

SACKETT, D., HOLMES, P., ABBOT, K., JEPHCOTT, S., & BARBER, M. (2006). Assessing the Economic Cost

of Endemic Disease on the Profitability of Australian Beef Cattle and Sheep Producers; MLA Final Report AHW.087; Meat and Livestock Australia: Sydney, Australia.

SAUNDERS, P. R., SANTOS, J., HANSSEN, N. P. M., YATES, D., GROOT, J. A., & PERDUE, M. H. (2002). Physical and psychological stress in rats enhances colonic epithelial permeability via peripheral CRH. Digestive Diseases and Sciences, 47(1), 208–215.

SCHNEIDER, P. L., BEEDE, D. K., & WILCOX, C. J. (1988). Nycterohemeral patterns of acidbase status, mineral concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber heat stress environments. Journal of Animal Science, 66(1), 112.

SCHUCK-PAIM, C., ALONSO, W. J., FREITAS, A. D. P., DE OLIVEIRA, C. P., FONSECA, V. D. F. C., & BORGES, T. D. (2026). The Welfare Impact of Heat Stress in South American Beef Cattle and the Cost-Effectiveness of Shade Provision. Animals, *16*(2), 231.

SHEARER, J. K. (2005). Rumen acidosis, heat stress and laminitis. In Proceedings of the 4th Annual Arizona Dairy Production Conference (pp. 25-32).

SULLIVAN, K. F., & MADER, T. L. (2018). Managing heat stress episodes in confined cattle. Veterinary Clinics: Food Animal Practice, 34(2), 325-339.

TAN, Z., & JIANG, H. (2024). Molecular and Cellular Mechanisms of Intramuscular Fat Development and Growth in Cattle. International Journal of Molecular Science, 25(5):2520.

THOM, E.C. (1959). The discomfort index. Weatherwise, 12:57–59.

THORNTON, P., NELSON, G., MAYBERRY, D., & HERRERO, M. (2022). Impacts of heat stress on global cattle production during the 21st century: a modelling study. The Lancet Planetary Health, 6(3), e192-e201.

WARNER, R. D., DUNSHEA, F. R., GUTZKE, D., LAU, J., & KEARNEY, G. (2014). Factors influencing the incidence of high rigour temperature in beef carcasses in Australia. Animal Production Science, *54*(4), 363–374.

WEST, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. Journal of Dairy Science, 86(6), 2131-2144.

WOLFENSON, D., & ROTH, Z. (2019). Impact of heat stress on cow reproduction and fertility. Animal Frontiers, 9(1), 32-38.

ZHANG, M., WARNER R.D., DUNSHEA F.R., DIGIACOMO K., JOY A., ABHIJITH A., OSEI-AMPONSAH R., HOPKINS D.L., HA M., & CHAUHAN S.S. (2021). Impact of heat stress on the growth performance and retail meat quality of 2nd cross (Poll Dorset× (Border Leicester× Merino)) and Dorper lambs. Meat Science. 181:108581.

ESTRÉS CALÓRICO EN CORRALES DE ENGORDE DE BOVINOS: ¿Que pasa en uruguay?

Alejandro La Manna[1]*, Valentín Aznarez[2], Gonzalo Roig[2], Juan Clariget[1] María Eugenia A. Canozzi[1], Enrique Fernández[1], Santiago Luzardo[3], Georgget Banchero[1]

1- INIA La Estanzuela. 2- Marfrig Group, Uruguay. 3- INIA Tacuarembó.
* alamanna@inia.org.uy

1 – RESUMEN

El estrés calórico afecta significativamente el desempeño y bienestar de bovinos en corrales de engorde. En Uruguay, la combinación de temperatura y humedad durante el verano genera condiciones que comprometen la eficiencia productiva. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto del estrés debido a las altas temperaturas y la eficacia de distintas estrategias de mitigación. Se analizaron datos experimentales de varios veranos en sistemas comerciales y ensayos controlados, comparando el uso de sombra, aspersión y su combinación, así como ajustes en la dieta. Se evaluaron variables productivas y fisiológicas asociadas al estrés. La provisión de sombra aumentó la ganancia diaria (~16 a 25%) y mejoró la eficiencia de conversión (~7 a 11%). Tanto la sombra como la aspersión, o su combinación, permitieron incrementos cercanos al 25% en la ganancia diaria y en el consumo de alimento. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre estas estrategias, lo que indica que cualquiera de ellas puede ser efectiva si está bien implementada. Se concluye que la mitigación del calor con el uso de estrategias físicas es clave para mejorar la productividad y el bienestar en corrales de engorde en Uruguay.

2 – ABSTRACT

Heat stress significantly affects performance and welfare of feedlot cattle. In Uruguay, the combination of temperature and humidity during summer creates conditions that compromise productive efficiency. The objective of this study was to evaluate the impact of heat stress and the effectiveness of different mitigation strategies. Experimental data from multiple summers were analyzed under commercial and controlled conditions, comparing shade, sprinkler systems, and their combination, as well as dietary adjustments. Productive and physiological variables associated with heat stress were evaluated. Shade provision increased average daily gain (~14 to 25%) and improved feed efficiency (~7 to 11%). Both shading and misting—or a combination of the two—led to increases of nearly 25% in daily weight gain and feed intake. However, no significant differences were found between these strategies, suggesting that either one can be effective if properly implemented.. On the other hand, dietary modification showed no consistent effects. It is concluded that heat stress mitigation is essential to improve productivity and animal welfare in feedlot systems in Uruguay.

PALABRAS CLAVES: Estrés calórico, engorde, ganado, corral.

3 – INTRODUCCIÓN

El estrés calórico representa uno de los principales desafíos para la producción bovina intensiva. En corrales, el problema se vuelve especialmente relevante por la combinación de alta carga animal con limitada capacidad del animal para modificar su microambiente y dietas que aumentan la producción de calor metabólico. En este contexto, las respuestas al calor incluyen cambios fisiológicos, conductuales y metabólicos con impacto directo sobre la ganancia diaria, la eficiencia alimenticia, el bienestar y, en eventos severos hay mortalidad de los animales.

El estrés por calor ocurre cuando el animal no puede disipar el calor corporal que produce, ya sea por las condiciones ambientales o por su propia actividad metabólica. Este problema depende de tres factores principales: el tipo de animal (raza, tamaño, estado fisiológico), el ambiente (temperatura, humedad, viento y radiación solar) y el manejo (Brown-Brandl, 2008).

La temperatura interna del animal es el resultado del balance entre las ganancias y pérdidas calor propias de su organismo, además del intercambio calórico con el medio. El animal debe mantener la temperatura interna entre límites acotados, en un ambiente donde la temperatura y movimiento del aire, radiación y humedad pueden variar ampliamente (Yousef, 1985, Kadzere et al., 2002).

La producción de calor interna se divide en cuatro componentes: metabolismo basal (mantenimiento celular), calor de digestión (fermentación e ingesta), calor

de actividad (muscular) y metabolismo productivo (carne, leche). En rumiantes el incremento calórico debido a la fermentación ruminal del alimento es una de las principales vías de producción de calor. Las pérdidas de calor internas se producen con la eliminación de desechos (orina y heces) o a través de producto (leche).

La transferencia de calor entre el animal y el ambiente que lo rodea se da por medio de cuatro procesos:

- Radiación: en un animal expuesto a la intemperie la radiación absorbida es uno de los principales elementos en determinar las ganancias de calor. Depende, entre otras cosas, del color del pelaje: los de pelaje claro absorberán menor radiación que los de pelaje oscuro (Pocay et al., 2001).
- Conducción: se produce cuando dos cuerpos (animales, superficie, tejidos) están en contacto, siendo el mecanismo que comanda la transferencia de calor desde el centro del organismo hacia la superficie interna (vía respiratoria y aparato digestivo) y externa del animal (piel), en donde el calor puede ser perdido. Si la superficie del animal está más caliente que los objetos que están en contacto con ella, como por ejemplo el piso, el animal perderá calor hacia dicha superficie por conducción. En cambio, si la superficie se encuentra con mayor temperatura que el animal, éste ganará calor.
- Convección: ocurre cuando dos fluidos de diferentes temperaturas fluyen entre ellos. Este proceso ocurre cuando una masa de aire fluye alrededor de la capa de aire que rodea al animal. Si la superficie del animal se encuentra con una temperatura superior a la del aire que lo rodea, el animal perderá calor; en caso contrario, si el aire está más caliente que el animal, éste ganará calor.
- Evaporación del agua en la superficie interna (vías respiratorias) y externa (piel) es un medio de pérdida de calor por el animal. Esta depende de la superficie de evaporación, sobre todo de la superficie húmeda y de la velocidad del viento. Las pérdidas evaporativas se producen principalmente por ventilación (jadeo) y sudoración (Kadzere et al., 2002).

Cuadro No.1: Score de Jadeo (Mader et al., 2006)

Score	Descripción
0	Respiración normal (~60 rpm o menos)
1	Elevación de la respiración (60–90 rpm)
2	Jadeo moderado y/o presencia de saliva (90–120 rpm)
3	Jadeo grave con boca abierta; saliva presente (120–150 rpm)
4	Jadeo severo con boca abierta, lengua afuera y excesiva salivación

3.1. ¿Como se visualiza la respuesta que tienen los animales a un ambiente que se ha tornado estresante por las altas temperaturas?

La frecuencia respiratoria suele ser el primer síntoma visible de respuesta al estrés calórico, siendo este un indicador muy adecuado para su monitoreo. Cuando la respiración es superior a 60 por minuto (rpm) seguramente el animal ya esté con estrés por calor. Si a la elevada frecuencia respiratoria se suma la presencia de excesiva salivación y proyección de la lengua, entonces nos encontramos en un severo caso de estrés por calor (Cuadro 1).

3.2. ¿Cómo se monitorea el ambiente?

El ambiente se monitorea a través del Índice de Temperatura y Humedad (ITH) —también conocido como THI— que fue desarrollado por Thom (1959). El mismo combina temperatura de bulbo seco (tdb) y humedad relativa (HR) resultando en la siguiente ecuación: ITH = 0,8 × tdb + HR × (tdb − 14,4) + 46,4. El ITH fue adoptado rápidamente por la industria americana de transporte ganadero y dio origen al *Livestock Weather Safety Index*, con cuatro categorías de alerta. Para bovinos de carne, un ITH entre 75 y 78 se considera alerta; entre 79 y 83, peligro; y mayor o igual a 84, emergencia. (Livestock Weather Safety Index, LWSI; LCI, 1970)). El ITH tradicional ignora la velocidad del viento y la radiación solar, que son críticas en corrales a cielo abierto. De esta forma, Mader et al. (2006) desarrollaron un ITH ajustado y uno propuesto por Gaughan et al. (2008) (Cuadro 2).

3.3. ¿Qué pasa en Uruguay?

En Uruguay, si bien no se registran temperaturas extremas como en otras regiones, la combinación de calor y humedad durante el verano genera condiciones suficientes para provocar estrés por calor en los bovinos, afectando de forma importante su desempeño productivo

Cuadro 2. Ajustes del ITH según variables ambientales

Variable ambiental	Ajuste al ITH	Fundamento
Velocidad del viento (cada 1 m/s de aumento)	− 2,0 unidades ITH	Mayor convección facilita la disipación de calor corporal
Radiación solar (cada 100 W/m² de aumento)	+ 0,68 unidades ITH	Incrementa la carga radiante sobre la piel del animal
Alta humedad relativa nocturna	Penaliza la recuperación	Limita la pérdida de calor por evaporación durante la noche
Baja velocidad de viento nocturno	Penaliza la recuperación	Reduce la convección en las horas de recuperación

y bienestar.

Datos generados en Uruguay muestran que, durante el verano, los animales presentan menores ganancias de peso y peor eficiencia de conversión respecto a otras estaciones, independientemente de la dieta o del tipo de animal. Esto confirma que el estrés por calor es un factor determinante en la baja eficiencia de los corrales en esta época.

Esto, de alguna manera, se confirma a través del análisis de una base de datos de corrales realizada por nuestro equipo, que indica que, en el verano, los animales presentan ganancias y eficiencias de conversión significativamente menores respecto al resto de las estaciones (La Manna et al, 2019). Ante eventos de estrés por calor (ITH>74), los animales aumentan el jadeo y la tasa respiratoria (Clariget et al., 2018) y reducen el consumo de materia seca (CMS). Como consecuencia, su desempeño se ve afectado negativamente. La severidad puede ser tal que se vean afectadas las funciones inmunes, predisponiéndolos a enfermedades y, en casos extremos, a la muerte (Sejian et al., 2018, Azevedo et al., 2024).

INIA estableció un convenio con Marfrig, de manera a profundizar este y otros temas relacionados a la producción en corrales de engorde. Respecto al estrés por calor, existen tres estrategias para mitigarlo incluyendo la modificación física del ambiente (sombra y/o mojado, ventiladores, etc.), modificación de la dieta y la búsqueda de biotipos más adaptados (Beede y Collier, 1986). Este convenio priorizó trabajar sobre las dos primeras alternativas, con mayor énfasis en la primera por su aplicabilidad en nuestras condiciones. En este sentido, se evaluó la provisión de sombra y el uso de sistemas de enfriamiento mediante aspersión y la combinación de ambas.

Cuadro 3. Resumen de tres años de evaluación sobre los efectos de la sombra en el desempeño animal (Canozzi et al., 2022)

Variable (unidad)	Sombra	Sol
Peso vivo inicial (kg)	461a	461a
Peso vivo final (kg)	542a	530b
Ganancia diaria (kg/d)	1,32a	1,16b
Consumo MS (kg/d)	10,8a	10,2b
Eficiencia (CMS/GMD)	8,2a	8,8b
Peso de faena (kg)	504a	494b
Peso de canal (kg)	288a	283b

*Letras diferentes dentro de una misma fila representan diferencias significativas (P<0,05).

4 – Resultados Experimentales

4.1. *Medidas de mitigación*

Los resultados experimentales obtenidos en Uruguay demuestran que el acceso a sombra mejora significativamente el desempeño animal. En tres años de evaluación (Cuadro 3), los animales con sombra aumentaron la ganancia media diaria en aproximadamente un 14% y mejoraron la eficiencia de conversión en torno a un 7% respecto a animales expuestos al sol. Además, presentaron menor frecuencia respiratoria y menor jadeo, lo que indica un mejor estado de bienestar (Canozzi, et al. 2022).

Cuando se compararon distintas estrategias de mitigación —sombra, aspersión, combinación de ambas y ausencia de mitigación— se observó que cualquier forma de mitigación mejoró claramente el desempeño respecto a no aplicar ninguna (Cuadro 4). Tanto la sombra como la aspersión, o su combinación, permitieron incrementos cercanos al 25% en la ganancia media diaria. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre estas estrategias, lo que indica que cualquiera de ellas puede ser efectiva si está bien implementada.

4.2. *Manejo de la dieta*

En relación con el manejo de la dieta, se evaluaron raciones con distinto contenido de fibra en combinación con estrategias de mitigación ambiental (sombra, aspersión o su combinación). El ajuste de la dieta se realizó en función del Índice de Temperatura y Humedad (ITH); cuando este alcanzaba un valor de 78, se sustit

uía la dieta por otra con un incremento del 10% en el contenido de fibra detergente neutro (FDN).

Dado que no se detectó interacción entre las estrategias de mitigación y el manejo de la dieta, los resultados se analizaron de forma independiente. Si bien las dietas con mayor contenido de fibra presentan un mayor incremento calórico por unidad de materia seca consumida, en este experimento no se observó una reducción en el consumo diario,. En consecuencia, no se registraron diferencias en la ganancia de peso ni en la eficiencia de conversión (Cuadro 4) respecto a la dieta con fibra normal (FN).

Sin embargo, se observaron diferencias en el peso de la canal (Cuadro 5), siendo superior en los animales alimentados con la dieta de fibra normal, correspondiente al esquema habitualmente utilizado en el corral.

Estos resultados indican que la modificación del contenido de fibra en la dieta no aporta ventajas productivas consistentes bajo condiciones prácticas, por lo que

mantener el manejo alimenticio convencional podría ser la alternativa más adecuada.

4.3. Precisión en el manejo de la aspersión

En este contexto, se volvieron a evaluar las estrategias de mitigación del estrés utilizadas en años anteriores, pero en este caso en particular buscando la mejor eficiencia en el uso del agua en la aspersión, con el objetivo de determinar cuáles son más efectivas y cómo deben implementarse (La Manna et al 2025). Se compararon cuatro alternativas: aspersión activada a un ITH de 75 (ASP75), aspersión activada a un ITH de 78 (ASP78), sombra artificial y la combinación de sombra con aspersión (activada a un ITH ≥ 78).

Un aspecto relevante que surge del trabajo es el momento de activación de la aspersión. Cuando los aspersores se activaron a un ITH de 75, los resultados fueron iguales en comparación con su activación a un ITH de 78 (Cuadro 6). Esto indica que comenzar a enfriar a niveles de calor relativamente bajos no solo no mejora el desempeño, sino que puede tener efectos negativos, asociados principalmente a la generación de barro.

En este sentido, el barro aparece como un factor crítico. En el tratamiento con aspersión temprana (ASP75) se registraron niveles significativamente mayores de barro que en el de ASP78 (37 vs 23 cm), lo que afecta el confort de los animales. Por lo tanto, el manejo del agua en los corrales es tan importante como la propia estrategia de enfriamiento.

Bajo las condiciones del presente estudio, los tratamientos que incluyeron sombra (sombra y combinado) mejoraron el desempeño en la ganancia diaria de los de los novillos con respecto al ASP75. No hubo diferencia entre los tratamientos de aspersión. Activar los asperso-

Cuadro 4. Desempeño de novillos a corral de acuerdo con el tratamiento de estrategia de mitigación de calor (veranos 2022-23 y 2023-24)

Variable (unidad)	Aspersión	Combinación	Sombra	Ninguna	FA	FN
Peso inicial (kg)	456a	448a	453a	448a	449a	454a
Peso final (kg)	589a	587a	585a	557b	576a	584a
Ganancia diaria (kg/d)	1,45a	1,44a	1,45a	1,15b	1,35a	1,43a
Consumo MS (kg/d)	10,9a	11,4a	10,8a	9,5b	11,0a	11,4a
Eficiencia (CMS/GMD)	7,6a	7,7a	7,6a	8,4b	8,0a	7,8a

Letras diferentes dentro de una misma fila representan diferencias significativas (P<0,05). FN= fibra normal, mayor energía metabolizable y menor incremento calórico por kg MS consumida por el animal. FA= fibra alta, menor energía metabolizable y mayor incremento calórico por kg MS consumida por el animal.

Cuadro 5. Datos de faena de novillos de acuerdo con el tratamiento de estrategia de mitigación de calor (verano 2022-23) (La Manna et al., s/p)

Variable (unidad)	Aspersión	Combinación	Sombra	Ninguna	FA	FN
Peso de faena (kg)	539a	536a	534a	507a	522a	537a
Peso canal caliente (kg)	298a	298a	298a	281b	288a	299b

Letras diferentes dentro de una misma fila representan diferencias significativas (P<0,05). FN= fibra normal, mayor energía metabolizable y menor incremento calórico por kg MS consumida por el animal. FA= fibra alta, menor energía metabolizable y mayor incremento calórico por kg MS consumida por el animal.

Cuadro 6. Efecto de la mitigación - aspersión activada a ITH 75 (ASP75) o a ITH 78 (ASP78) o sombra y/o combinada (ASP78 y sombra) - en el desempeño animal (verano 2023-2024)

Variable (unidad)	ASP75	ASP78	Combinado	Sombra
Peso inicial (kg)	463a	463a	463a	459a
Peso final (kg)	574b	587ab	595a	594ab
Ganancia diaria (kg/d)	1,26b	1,37ab	1,45a	1,44a
Consumo MS (kg/d)	11,4b	11,5ab	12,4a	11,8ab
Eficiencia	9,2a	8,5a	8,6a	8,2a

Letras diferentes por columnas indican diferencias significativas del ANOVA (P<0,05).

res a valores de ITH menores a 78 no resultó beneficioso, por lo que podría evitarse este umbral para reducir el consumo de agua, energía y desgaste de infraestructura.

4.4. Aspectos para tener en cuenta en la construcción de la sombra y/o aspersión

Desde el punto de vista de la implementación, la construcción de sombra requiere considerar ciertos aspectos clave. La altura debe ser de al menos 3,7 a 4 metros para permitir el manejo con maquinaria, y se recomienda una pendiente del 15 al 20% para facilitar el escurrimiento del agua. La orientación norte-sur suele ser más eficiente, ya que permite que la sombra se desplace durante el día, favoreciendo el secado del suelo. Además, es fundamental asegurar un espacio adecuado, estimado en al menos unos 2,5 m² por animal, para evitar el hacinamiento.

En el caso de la aspersión, su implementación es generalmente más sencilla, pero requiere suelos bien compactados para evitar la formación de barro, que puede agravar el problema. Es recomendable utilizar gotas gruesas que logren mojar el animal y no solo el aire, ya que el objetivo es enfriar directamente al bovino y no generar un microambiente más húmedo y contraproducente para el bienestar del animal. El uso de neblina es más adecuado para sistemas cerrados y resulta poco eficiente en corrales abiertos.

Un aspecto importante para destacar es que los corrales que cuentan con alguna forma de mitigación del calor presentan menor mortalidad durante las olas de calor, en comparación con aquellos que no implementan estas medidas. En este sentido, herramientas de pronóstico como el índice de estrés térmico (Termo estrés) permiten anticipar eventos críticos y tomar decisiones de manejo de forma preventiva.

Cuadro 7. Consumo de agua de ganado de carne en litros por día

Categoría	Peso (kg)	Consumo a 4°C (L/día)	Consumo a 32°C (L/día)
Nov/vaq	180	15	36
Nov/vaq	270	20	50
Engorde	360	25	70
Engorde	450	33	78
Vacas lactando	400	43	62
Toros	270	20	48
Toros	630	30	72

4.5. Manejo y alimentación

El manejo adecuado del principal nutriente, o sea el agua, es fundamental. Esta tiene que ser limpia, fresca y de rápida recarga, ya que el consumo del día debe de estar calculado para ser ofrecido en 8 horas y no en 24. A mayor temperatura del agua, por ejemplo, de 18 a 35 °C, el animal consume más agua (Cuadro 7), menos materia seca y gana menos peso (10%). El agua debe salir de un pozo en el entorno de los 16 a 18 ° C y lo ideal es mantenerla lo más cercano a esa temperatura en el bebedero. Además, esas temperaturas permiten refrescar al ganado. Se recomienda utilizar bebederos no muy grandes, sino de rápida recarga son mejores ya que permiten mantener la temperatura del agua más fresca y limpia en verano y durante el año.

Con respecto al manejo de la alimentación, se recomienda administrar entre el 30 y 40% de la ración por la mañana y el resto por la tarde, e incrementar el porcentaje de fibra en la dieta a lo que sería la dieta primera o segunda del acostumbramiento a la dieta final durante una ola de calor. Además, también es recomendable suministrar hasta el 60% al final de la tarde, para que los animales puedan aprovechar las horas nocturnas de menor temperatura.

Los animales más sensibles al estrés calórico en un corral son: los más gordos, ya que la grasa actúa de aislante para poder disipar calor; los recién llegados, ya que están muy estresados; y los enfermos. Es importante destacar que estos dos últimos grupos tienen la inmunidad deprimida.

5 – CONSIDERACIONES FINALES

Uruguay no tiene condiciones de calor severas, pero las existentes son suficientes para afectar en forma importante el desempeño animal. La mitigación del calor en estas condiciones mejora el desempeño y bienestar animal.

- La mitigación del calor mejora entre un 14-25% la ganancia media diaria de peso de los animales, con respecto a aquellos que estuvieron expuestos al sol, aunque esto es dependiente del año.
- La combinación de sombra y aspersión no presentó ventajas frente a cada una de estas estrategias utilizadas por separado.
- Sombra o aspersión se presentan como buenas medidas de mitigación del calor, sin embargo, es necesario prestar especial cuidado en su implementación.

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azevedo, L.A.; Canozzi, M.E.A.; Rodhermel, J.C.B.; Schwegler, E.; La Manna, A.; Clariget, J. Bianchi, I.; Moreira, F.; Olsson, D.C., Peripolli, V. 2024. Strategies to alleviate heat stress on performance and physiological parameters in feedlot-finished cattle under heat stress conditions. A systemic review-meta-analysis. Journal of Thermal Biology 119: 103798.

Brown-Brandl, T. M., et al. (2006). Heat stress risk factors of feedlot heifers. Livestock Science.

Brown-Brandl, T.M. 2008. Review: Heat stress in feedlot cattle. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources 3(016):1-14.

Canozzi, M.E.A.; Clariget, J.M.; Roig, G.; Perez, E.; Aznarez, V.; Banchero, G.; La Manna, A. 2022. Shade effect on behaviour, physiology, performance, and carcass weight of heat-stressed feedlot steers in humid subtropical area. Animal Production Science 62: 1692-1705.

Clariget, J.M.; Banchero, G.; Aznárez, V.; Perez, E.; Roig, G.; Luzardo, S.; Fernández, E.; La Manna, A. 2018. Mitigación del estrés calórico en novillos terminados a corral. Revista Argentina de Producción Animal 38(1): 1-13.

Gaughan, J.B., Mader, T.L., Holt, S.M. & Lisle, A. (2008). A new heat load index for feedlot cattle. J. Anim. Sci., 86, 226–234.

Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: A review. Livestock Production Science. 77: 59-91.

La Manna, A., Aznarez, V., Roig, G., Clariget, J. Cannozzi, M.E., Fernandez,E., Banchero,G. 2025. Efecto de estrategias de mitigacióndel estrés térmico sobre el desempeño de novillos a corral. Revista Argentina de Producción Animal Vol 45 Supl 1:257.

Mader, T. L.; Davis, M. S; Brown-Brandl, T. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. J. Animal. Sci. 84:712-719.

Sejian, V.; Bhatta, R.; Gaughan, J.B.; Dunshea, F.R.; Lacetera, N. 2018. Review: Adaptation of animals to heat stress. Animal 12: s431-s442

Yousef MK. 1985. Stress physiology: definition and terminology. En: Yousef MK. (Eds.). Stress physiology in livestock. Florida: Boca Raton. 3-7.

LECHE DE DESCARTE EN SISTEMAS LECHEROS: patógenos, resistencia antimicrobiana y residuos de antibióticos en la alimentación de terneros

F. Ulloa[1*], M. Penati[2], M. F. Addis[2], M. Salgado[1].

1- Facultad de Ciencias Veterinarias, Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 2- Department of Veterinary Medicine and Animal Science, University of Milan, Lodi, Italy.

* fernando.ulloa@uach.cl

1 – RESUMEN

La leche de descarte (LD) es un subproducto inherente a la producción lechera y su uso en la alimentación de terneros es una práctica extendida a nivel global. Sin embargo, la LD puede actuar como un punto crítico de control que conecta la salud mamaria, la salud de los terneros y el ambiente, con implicancias directas para la diseminación de la resistencia antimicrobiana (RAM). La mayor parte de la evidencia disponible sobre los riesgos asociados a la LD proviene de sistemas de confinamiento en Norteamérica y Europa central. No obstante, los sistemas pastoriles predominantes en el Cono Sur presentan particularidades productivas y de manejo que podrían modificar el perfil de riesgo asociado a esta práctica. En este trabajo se revisa la evidencia disponible sobre la composición microbiológica de la LD y su relación con la RAM, se analizan los efectos de la alimentación con LD en terneros, y se presentan datos obtenidos en sistemas lecheros del sur de Chile como caso de estudio. Se discuten las implicancias para la ganadería lechera del Cono Sur desde la perspectiva de Una Salud y se identifican vacíos de conocimiento que requieren investigación futura.

PALABRAS CLAVES: resistencia antimicrobiana, sistemas pastoriles, alimentación de terneros, residuos de antimicrobianos, bacterias productoras de BLEE

2 – SUMMARY

Waste milk (WM) is an inherent byproduct of dairy production, and its use for calf feeding is a widespread global practice. However, WM can act as a critical control point connecting udder health, calf health, and the environment, with direct implications for the dissemination of antimicrobial resistance (AMR). Most available evidence on WM-associated risks originates from confinement-based systems in North America and central Europe. Yet, the predominantly pasture-based dairy systems of the Southern Cone present distinct production and management characteristics that may modify the risk profile associated with this practice.

This manuscript reviews the available evidence on the microbiological composition of WM and its relationship with AMR, analyzes the effects of WM feeding on calves, and presents data obtained from dairy systems in southern Chile as a case study. The implications for dairy farming in the Southern Cone are discussed from a One Health perspective, and knowledge gaps requiring further research are identified.

KEYWORDS: antimicrobial resistance, grazing systems, calf feeding, antimicrobial residues, ESBL-producing bacteria.

3 – INTRODUCCIÓN

3.1. La leche de descarte como punto crítico de control: una perspectiva Una Salud

La leche de descarte (LD) es la leche que proviene de vacas tratadas con antimicrobianos por infecciones intramamarias u otro tipo de fármacos, leche con alteraciones por mastitis clínica, leche con alto recuento de células somáticas o leche de transición postcalostral (EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) et al., 2017), y representa una fracción significativa de la producción lechera que no puede ser comercializada para consumo humano (Hogeveen et al., 2011). Ante esta restricción, su uso como alimento para terneros se ha consolidado como una práctica económicamente conveniente y ampliamente difundida en sistemas lecheros de diversas regiones del mundo (EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) et al., 2017).

Sin embargo, más allá de su valor nutricional, la LD debe entenderse como un *punto crítico de control* que conecta tres componentes centrales del enfoque Una Salud aplicado a los sistemas lecheros: la salud mamaria (como fuente de patógenos y residuos antimicrobianos), la salud de los terneros (como receptores vulnerables durante una ventana inmunológica crítica) y el ambiente (como destino final de las bacterias resistentes excretadas por vía fecal). Esta interconexión convierte a la LD en un pun-

to crítico para la vigilancia y el control de la resistencia antimicrobiana (RAM) dentro y fuera del predio lechero.

La mayor parte de la literatura científica sobre los riesgos asociados a la LD se ha generado en sistemas de confinamiento de Norteamérica (Mihreteab et al., 2026; Selim & Cullor, 1997; Tempini et al., 2018) y Europa (Aust et al., 2013; Brunton et al., 2014). Los sistemas pastoriles, que constituyen la base productiva de la lechería en países como Uruguay, Chile, Nueva Zelanda e Irlanda, presentan particularidades de manejo, como la estacionalidad reproductiva, las condiciones de crianza y la interfaz animal-ambiente, que hacen necesario generar evidencia local para evaluar adecuadamente los riesgos asociados a la LD en estos contextos. En los últimos años, estudios realizados en Chile e Irlanda han comenzado a aportar información específica para estos sistemas.

El objetivo de este trabajo es revisar la evidencia disponible sobre la composición microbiológica de la LD y su relación con la RAM, analizar las diferencias entre sistemas confinados y pastoriles, y presentar datos generados en el sur de Chile como caso de estudio, discutiendo sus implicancias para la ganadería lechera del Cono Sur desde la perspectiva de Una Salud.

4 – DESARROLLO

4.1. Composición de la leche de descarte y contexto productivo

Composición microbiológica y residuos antimicrobianos en la LD

Los estudios pioneros sobre la calidad microbiológica de la LD fueron realizados en sistemas de confinamiento. Selim & Cullor (1997), en lecherías de California, describieron cargas bacterianas elevadas y la presencia de *Streptococcus* spp. y miembros de la familia Enterobacteriaceae como grupos predominantes. Tempini et al. (2018), también en California, confirmaron la presencia de múltiples residuos antimicrobianos en la LD, incluidos betalactámicos, tetraciclinas y sulfonamidas. En el estudio más reciente de Mihreteab et al. (2026), también se describió una alta frecuencia de residuos antimicrobianos en LD de tambos californianos, con ceftiofur como el compuesto más común, y se demostró una asociación entre dichos residuos y el aumento de la resistencia en bacterias aisladas de la misma leche. Estas observaciones, junto con reportes europeos en sistemas en confinamiento (Aust et al., 2013; Randall et al., 2014), han establecido un marco de referencia sobre la LD como fuente simultánea de patógenos y presión selectiva para la RAM.

En sistemas pastoriles, la información disponible es más reciente. En Chile, Ulloa et al. (2025) realizaron la primera caracterización integral de la LD en 36 tambos de las regiones de Los Ríos y Los Lagos, predominantemente pastoriles. El recuento bacteriano total (RBT) promedio alcanzó 7,63 × 10^6 UFC/mL, valores superiores a los rangos de 10^3–10^5 UFC/mL descritos por Selim & Cullor (1997) y Tempini et al. (2018). Adicionalmente, se detectó *S. aureus* en el 33,3% de las muestras, MAP viable en el 11,1%, y *Salmonella* spp. en el 2,8%. Los residuos de antimicrobianos estuvieron presentes en el 61,1% de las muestras, con predominio de betalactámicos y cefalosporinas (50,0%).

Consideraciones de manejo en sistemas pastoriles

La calidad de la LD no depende únicamente de su composición intrínseca, sino que refleja las condiciones de manejo propias de cada contexto productivo. En los sistemas pastoriles del Cono Sur, la concentración estacional de partos (biestacional u otoño-primavera) genera picos de volumen de LD en períodos de alta demanda de mano de obra y desafíos higiénicos, lo que puede agravar la contaminación bacteriana de la leche destinada a la alimentación de terneros.

Adicionalmente, en sistemas pastoriles es frecuente observar prácticas como el alojamiento colectivo sin separación de animales enfermos, el uso predominante de calostro directo de la madre sin evaluación de calidad, y la ausencia de tratamiento de la LD antes de su uso. En un estudio realizado en Chile, el 80,5% de los tambos no realizaba ningún tratamiento a la LD, solo un tambo (2,8%) pasteurizaba, y un 33% no separaba terneros enfermos de sanos, lo que indica que el tratamiento de la LD aún no se ha consolidado como una práctica estandarizada en estos sistemas (Ulloa et al., 2025).

Otro factor diferencial es la interfaz animal-ambiente. En sistemas pastoriles, los terneros pueden tener contacto directo con el suelo y la pradera, lo que ofrece una vía de exposición ambiental a patógenos y bacterias resistentes excretadas por vía fecal. Esta dimensión ambiental ha sido poco explorada en el contexto de la LD, pero constituye un componente central del enfoque Una Salud que distingue a los sistemas pastoriles de los confinados.

4.2. La interfaz leche de descarte – resistencia antimicrobiana – ternero – ambiente

Presión selectiva y selección de bacterias resistentes

La presencia de residuos de antimicrobianos en la LD ejerce una presión de selección sobre la microbiota intestinal de los terneros, lo que favorece la emergencia y diseminación de bacterias resistentes. En el estudio de Pereira et al. (2014) se demostró que el consumo desde el nacimiento hasta el destete de leche cruda contaminada con residuos de ampicilina, ceftiofur, penicilina y oxitetraciclina a concentraciones muy por debajo de la concentración inhibitoria mínima (CIM) fue suficiente para aumentar significativamente la prevalencia fecal de *E. coli* resistente a ampicilina, cefoxitina, ceftiofur, estreptomicina y tetraciclina en los terneros expuestos, en comparación con los controles. Es relevante que también se observó un aumento de resistencia a estreptomicina, un aminoglucósido que no fue agregado a la leche, lo que sugiere co-selección de determinantes de resistencia. Esta presión selectiva se extiende más allá de la microbiota intestinal. Maynou et al. (2017) encontraron mayor resistencia a fluoroquinolonas, fenicoles y aminoglucósidos en *E. coli* aislada de terneros alimentados con LD, así como una mayor proporción de *Pasteurella multocida* resistente a la colistina en hisopos nasales de dichos terneros.

Un foco de especial preocupación es la selección de *E. coli* productora de betalactamasas de espectro extendido (BLEE). Las BLEE son enzimas bacterianas que hidrolizan penicilinas y cefalosporinas, incluidas las de tercera y cuarta generación utilizadas como antimicrobianos de importancia crítica en medicina humana y veterinaria (Ramos et al., 2020). La presencia de residuos de cefalosporinas en la LD se ha asociado directamente con la aparición de BLEE, y la alimentación con LD se ha identificado como un factor de riesgo significativo para la colonización de terneros con estas bacterias (Randall et al., 2014; Snow et al., 2012). Las tasas de prevalencia descritas en estudios europeos alcanzan hasta un 63,5% de terneros en crianza colonizados con *E. coli* BLEE/AmpC (Weber et al., 2021). En otro estudio mediante modelación cuantitativa de riesgo microbiológico (QMRA) (Awosile & Smith, 2017), se estimó que la alimentación exclusiva con LD contaminada con *E. coli* resistente a cefalosporinas de espectro extendido (ESC-R) genera un riesgo diario de excreción de 29 por cada 10.000 terneros, con un riesgo acumulado durante el período predestete de 57 por cada 10.000 terneros. La prevalencia de *E. coli* ESC-R en la LD fue la variable con mayor influencia sobre el riesgo de excreción, lo que refuerza la importancia de reducir la contaminación o discontinuar el uso de LD sin tratamiento. Estas estimaciones no consideraron el efecto de los residuos antimicrobianos ni la transferencia horizontal de genes de resistencia, por lo que probablemente representan una subestimación del riesgo real.

La ruta de transmisión de bacterias resistentes puede comenzar incluso desde el primer día de vida. En un estudio reciente se demostró la identidad clonal entre cepas de *E. coli* productora de BLEE aisladas del calostro, del equipo de ordeño y de las fecas de terneros recién nacidos, lo que confirma que el calostro puede actuar como un vehículo temprano para la colonización intestinal, incluso antes de que el animal consuma LD (Bachmann et al., 2024).

Impacto en la microbiota intestinal y salud de los terneros

La alimentación con LD sin tratar se ha asociado con una mayor incidencia de diarrea en terneros (Calderón-Amor & Gallo, 2020; Penati et al., 2021). En el contexto chileno, Calderón-Amor & Gallo (2020) determinaron que los terneros alimentados con LD sin tratar tenían 31 veces más probabilidades de presentar diarrea que aquellos que consumían LD tratada. A nivel de microbiota intestinal, estudios mediante secuenciación del gen 16S ARNr han demostrado que la alimentación con LD contaminada con residuos de antibióticos altera la diversidad bacteriana, con disminución de taxones beneficiosos y aumento de patógenos potenciales (Penati et al., 2021; Pereira et al., 2018). Se ha sugerido, además, que esta alteración podría afectar negativamente el desarrollo del sistema inmunitario de los terneros (Firth et al., 2021).

Recientemente, Flynn et al. (2025) evaluaron en Irlanda el efecto de alimentar terneras con LD simulada que contenía amoxicilina y neomicina a concentraciones representativas de leche de vacas con mastitis tratada. Si bien la LD no afectó el crecimiento de los animales, sí aumentó la prevalencia fecal de *E. coli* productora de BLEE y los genes de resistencia a macrólidos, aminoglucósidos y tetraciclinas en *Enterococcus faecium*, con los niveles más altos alrededor de las tres semanas de edad. Este último hallazgo adquiere especial relevancia desde la perspectiva de Una Salud, ya que *E. faecium* es un reconocido agente de infecciones nosocomiales en medicina humana y un portador eficiente de genes de resistencia transmisibles a otras bacterias (Zhou et al., 2020).

Tanto la prevalencia de BLEE como los niveles de genes de resistencia disminuyeron con la edad, particu-

larmente tras el destete y la salida a la pradera, lo que sugiere que la maduración del microbioma intestinal y el cese de la exposición a residuos antimicrobianos contribuyen a atenuar el problema a nivel individual. Sin embargo, la excreción repetida de bacterias resistentes por sucesivas cohortes de terneros puede favorecer la persistencia de la RAM en el ambiente del predio. El valor particular de este estudio radica en que fue realizado en un sistema pastoril con seguimiento longitudinal hasta las 24 semanas de edad, condiciones que replican el manejo habitual en los sistemas del Cono Sur.

La dimensión ambiental

El ambiente constituye el tercer componente del enfoque "Una Salud" y, en el contexto de la LD, ha recibido comparativamente menor atención. La excreción fecal de bacterias resistentes por parte de terneros alimentados con LD representa una vía directa de diseminación de la RAM hacia el suelo, el agua y, eventualmente, hacia otros animales y la cadena alimentaria. Oliver et al. (2020), en una revisión sobre el destino de residuos de antibióticos, bacterias resistentes y genes de resistencia en sistemas de manejo de purines en tambos, documentaron la persistencia de estos elementos en el ambiente. Esta dimensión adquiere especial relevancia en sistemas pastoriles, donde la deposición fecal ocurre directamente sobre la pradera, sin la intermediación de sistemas de almacenamiento y tratamiento que caracterizan a los sistemas confinados.

Adicionalmente, los datos de Flynn et al. (2025) aportan evidencia directa: se detectaron aislados de *E. coli* productora de BLEE en las botas del personal y en las tetinas de los alimentadores automáticos del grupo de exposición prolongada, lo que demuestra que las vías de diseminación ambiental operan activamente dentro del sistema de crianza. La presencia de genes de resistencia en *E. faecium* refuerza esta preocupación, dado que esta especie posee una reconocida capacidad de transferencia horizontal de genes de resistencia, lo que podría facilitar la diseminación de la RAM a otras bacterias del ambiente.

En la misma línea, en un estudio realizado en el norte de Italia se observó la circulación intrapredial de *E. coli* productora de BLEE (Penati et al., 2024). Los autores aislaron cepas multirresistentes desde la LD, las fecas del 76% de los terneros, los corrales de crianza, los baldes de alimentación, el agua de bebida y los pasillos de las vacas. Estos hallazgos confirman que la LD se comporta como un punto de convergencia entre la salud mamaria, la crianza de terneros y la contaminación ambiental. Un hallazgo particularmente relevante para las estrategias de control fue que la LD en este predio era pasteurizada antes de su uso, pero aun así se aisló *E. coli* BLEE desde ella, debido a que el pasteurizador no se limpiaba entre ciclos. Este antecedente demuestra que la pasteurización pierde eficacia cuando no se acompaña de una higiene adecuada del equipo, y que la sola implementación de tecnologías de tratamiento no garantiza el control de la RAM si no se integra con buenas prácticas de manejo.

4.3. Evidencia desde sistemas pastoriles chilenos

Los datos generados en el sur de Chile (Ulloa et al., 2025) representan la primera caracterización integral de la LD en sistemas predominantemente pastoriles y permiten contextualizar los riesgos descritos anteriormente. El muestreo fue realizado en 36 tambos de las regiones de Los Ríos y Los Lagos durante la temporada de partos (julio–septiembre), un período de máxima generación de LD.

Prácticas de manejo y uso de antimicrobianos

Los tambos encuestados presentaron un promedio de 394 vacas en ordeña (rango: 14–1.880) y operaban mayoritariamente bajo sistemas de producción basados en pastoreo (83,3%), con partos biestacionales (47,2%) o estrictamente estacionales (30,6%). En cuanto al manejo de terneros, el 77,8% alojaba a los animales en corrales colectivos, el 72,2% alimentaba con calostro directamente de la madre sin evaluación de calidad, y un 33% no separaba terneros enfermos de sanos. La gran mayoría de los tambos (80,5%) no realizaba ningún tratamiento a la LD antes de alimentar a los terneros, solo un tambo (2,8%) pasteurizaba, y el 16,7% utilizaba acidificación. La mayoría no diferenciaba por edad (72%) ni por sexo (75%) al decidir si alimentar con LD.

El primer diagnóstico de enfermedades en terneros era realizado principalmente por el personal a cargo de los animales (44,4%) o el administrador del campo (25%), y solo en un 25% de los tambos era un veterinario. La administración de antimicrobianos a terneros estaba a cargo del personal de crianza en el 55,6% de los casos. Si bien el 80,6% de los tambos registraba las compras y los tratamientos con antimicrobianos, un 41,7% carecía de protocolos formales de uso. Para infecciones respiratorias en terneros, los antimicrobianos más utilizados fueron tetraciclinas (53%), fluoroquinolonas (39%) y florfenicol (22%). Para diarrea, predominaron las sulfonamidas (69%), fluoroquinolonas (39%) y tetraciclinas (22%).

El uso de antimicrobianos en vacas adultas mostró

un patrón de particular preocupación. Las cefalosporinas fueron la clase más utilizada para el tratamiento de mastitis clínica (64% de los tambos), incluidas cefalosporinas de tercera generación (47,2%) y cuarta generación (27,8%), ambas clasificadas como antimicrobianos de importancia crítica por la OMS (WHO, 2024).

Calidad microbiológica de la LD

Los recuentos bacterianos fueron altamente variables entre tambos (Tabla 1), lo que refleja diferencias en las prácticas de ordeña, almacenamiento y manejo de la LD. Los niveles de *Staphylococcus* y SSLO, ambos grupos asociados a mastitis y ambiente, fueron especialmente elevados y coherentes con el origen de la LD (leche de vacas tratadas por mastitis y de descarte por alto RCS). Respecto a patógenos específicos, destaca la detección de MAP viable en cuatro tambos (11,1%), dos de los cuales aplicaban acidificación como tratamiento previo. Este hallazgo documenta las limitaciones de la acidificación para el control de patógenos altamente resistentes a condiciones ácidas (Sung & Collins, 2003) y cuestiona la eficacia de este método cuando se usa como estrategia única para prevenir la transmisión de MAP vía LD. La ausencia de *M. bovis* es consistente con la baja prevalencia a nivel de rebaño en el sur de Chile (0,3%), atribuida al programa nacional de control vigente (Raffo et al., 2017).

Residuos antimicrobianos y bacterias resistentes

Los residuos de antimicrobianos estuvieron presentes en el 61,1% de las muestras analizadas (Tabla 2), con predominio de betalactámicos y cefalosporinas (50,0%), lo que resulta consistente con el uso extensivo de estos grupos de antimicrobianos para el tratamiento de mastitis documentado en la encuesta.

Se aislaron cepas de *E. coli* productora de BLEE en 5 de los 36 tambos (13,9%), con predominio del gen $bla_{CTX\text{-}M}$, consistente con las tendencias epidemiológicas globales donde $bla_{CTX\text{-}M}$ se ha convertido en el tipo de BLEE más frecuente (Ramos et al., 2020). Dos aislados portaban simultáneamente $bla_{CTX\text{-}M}$ y bla_{TEM}, lo que podría conferir un espectro de resistencia aún más amplio. No se detectó *S. aureus* resistente a la meticilina (SARM) en ninguna muestra. El uso extensivo de cefalosporinas de última generación, documentado en los mismos tambos donde se detectaron residuos de betalactámicos en la LD y cepas de *E. coli* productora de BLEE, establece un vínculo consistente entre las prácticas de uso de antimicrobianos en adultos y la presencia de bacterias resistentes en la LD destinada a la alimentación de terneros.

Tabla 1. Recuentos bacterianos promedio en muestras de leche de descarte (n = 36).

Recuento	Concentración (UFC/mL)
Bacterias totales	$7{,}63 \times 10^6$ ($1{,}0 \times 10^2$ – $1{,}42 \times 10^8$)
Staphylococcus	$2{,}07 \times 10^4$ (0 – $6{,}6 \times 10^5$)
SSLO	$3{,}90 \times 10^5$ (0 – $8{,}9 \times 10^6$)
Coliformes totales	$2{,}18 \times 10^4$ (0 – $2{,}9 \times 10^5$)
SSLO: organismos similares a estreptococos (streptococci and streptococci-like organisms).	

4.4. Evidencia preliminar de transmisión LD–ternero de *S. aureus*

Más allá de la caracterización de la LD, evidencia preliminar generada por nuestro grupo de investigación sugiere un vínculo epidemiológico directo entre la LD y la colonización de terneros. En un estudio complementario actualmente en preparación, se identificaron perfiles genéticos idénticos de *S. aureus* entre aislados provenientes de muestras de LD y de terneros alimentados con dicha leche en los mismos tambos (datos no publicados). Si bien estos resultados requieren confirmación mediante tipificación genómica de mayor resolución, constituyen una primera evidencia de que la LD podría actuar como un vehículo de transmisión directa de *S. aureus* desde vacas con mastitis hacia terneros en sistemas pastoriles. Esta observación refuerza el concepto de la LD como punto crítico y abre una línea de investigación sobre el rol de la alimentación con LD en la epidemiología de *S. aureus* en sistemas lecheros.

4.5. Estrategias de control y tratamiento de la LD

La evidencia revisada permite identificar dos ejes complementarios de intervención para mitigar los riesgos asociados a la LD: la reducción de la carga de patógenos viables y la degradación de los residuos antimicrobianos.

Tabla 2. Detección de residuos de antimicrobianos en muestras de leche de descarte mediante SNAP test.

Antimicrobiano	Nº de tambos (%)
Betalactámico*	18 (50,0)
Negativo	13 (36,1)
Betalactámico + Tetraciclina	2 (5,6)
Betalactámico + Tetraciclina + Cefalexina	1 (2,8)
Tetraciclina	1 (2,8)
Inválido	1 (2,8)
Total	**36 (100,0)**
**Betalactámicos incluye penicilina, amoxicilina, cloxacilina, cefalosporinas, entre otros.*	

Reducción de patógenos: pasteurización y acidificación

La pasteurización de la LD es la estrategia más respaldada por la evidencia para reducir la carga de patógenos viables. Diversos estudios han demostrado su eficacia para la eliminación de *Salmonella* spp., *Mycoplasma* spp. y la mayoría de los patógenos asociados a mastitis (Stabel et al., 2004). Sin embargo, presenta limitaciones frente a MAP, que es un patógeno altamente resistente a la inactivación térmica: se ha demostrado que la pasteurización solo logra una inactivación parcial de MAP, lo que no garantiza la eliminación completa del riesgo de transmisión (Grant et al., 2005). A pesar de estas limitaciones, la pasteurización es la medida de referencia recomendada.

La acidificación representa una alternativa económica, particularmente atractiva para operaciones de menor escala donde la inversión en equipos de pasteurización no es viable. Se ha observado que la acidificación puede reducir significativamente los recuentos de *Mycoplasma bovis* y *Salmonella* Dublin en leche contaminada, siempre que el pH se mantenga dentro del rango efectivo y se controle el tiempo de incubación (Parker et al., 2016). No obstante, los datos obtenidos en Chile mostraron la detección de MAP viable y *Salmonella* spp. en muestras de LD acidificada, lo que sugiere que en condiciones de campo, donde el monitoreo del proceso puede ser deficiente, la acidificación por sí sola resulta insuficiente para el control de patógenos resistentes a condiciones ácidas (Ulloa et al., 2025).

Degradación de residuos antimicrobianos

Una pregunta recurrente en el ámbito productivo es si existen métodos efectivos para eliminar o degradar los residuos de antibióticos presentes en la LD. La evidencia disponible, aunque aún limitada, ofrece algunas perspectivas.

En un estudio realizado en California, se evaluó el efecto del tratamiento térmico sobre leche contaminada artificialmente con ceftiofur y se observó que el calentamiento a 92 °C durante 20 minutos redujo la concentración del antibiótico de 128,5 ppb a 83,22 ppb, lo que representa una degradación parcial pero insuficiente desde el punto de vista sanitario (Garzon et al., 2020). En un estudio más reciente se evaluaron diversas estrategias para la degradación de antibióticos betalactámicos en LD y se demostró que el tratamiento térmico por sí solo presenta una eficacia limitada, incluso a altas temperaturas. En cambio, la combinación de acidificación y calentamiento, así como el uso de enzimas como betalactamasas, logró una degradación más eficiente de compuestos como la penicilina (Nitz et al., 2025). Sin embargo, estas estrategias presentan limitaciones prácticas importantes: las condiciones operativas necesarias son exigentes, el consumo energético es elevado, y el uso de enzimas de origen bacteriano plantea interrogantes sobre la potencial diseminación de genes de resistencia.

Diversos métodos experimentales han sido explorados para degradar los residuos antimicrobianos presentes en la LD, incluidos la incubación con betalactamasas, la fermentación con bacterias productoras de betalactamasas, la combinación de ultrafiltración con oxidación electroquímica, y la degradación mediante aumento de calor o pH (EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) et al., 2017). En la misma línea, nuestro grupo de investigación ha evaluado el uso de iones de cobre como una alternativa adicional. En un estudio *in vitro*, el tratamiento con iones de cobre redujo significativamente los recuentos bacterianos en muestras de LD, también con un efecto sobre los residuos de betalactámicos (Ulloa et al., 2024).

En conjunto, ninguna de estas alternativas ha sido validada a escala productiva, y su implementación en el campo sigue siendo limitada. El desarrollo de tecnologías eficientes, seguras y aplicables a las condiciones operativas reales de los sistemas pastoriles constituye una línea prioritaria de investigación.

4.6. Implicancias para los sistemas pastoriles del Cono Sur

Los sistemas lecheros pastoriles de Uruguay, Chile y otras regiones del Cono Sur comparten características productivas relevantes para el manejo de la LD: estacionalidad reproductiva, base forrajera como principal recurso alimenticio y una relación directa entre los animales y el ambiente. Estas similitudes permiten extrapolar, con cautela, los hallazgos chilenos al contexto regional.

La evidencia revisada permite identificar a la LD como un punto de convergencia de múltiples factores de riesgo para la RAM en estos sistemas. Desde la salud mamaria, el uso de cefalosporinas de última generación para el tratamiento de mastitis genera residuos que contaminan la LD y ejercen presión selectiva. Desde la salud de los terneros, la alimentación con LD sin tratar expone a animales inmunológicamente vulnerables a patógenos y bacterias resistentes, con impacto documentado sobre la microbiota intestinal y la morbilidad entérica.

Los datos de Flynn et al. (2025), generados en un sistema irlandés, refuerzan esta visión y aportan un hallazgo relevante: incluso la exposición de corta duración a

residuos antimicrobianos a través de la LD fue suficiente para seleccionar bacterias resistentes y alterar la microbiota fecal. La reducción observada en la excreción de bacterias resistentes tras el destete sugiere que la maduración del microbioma intestinal, junto con el cese de la presión selectiva, contribuye a atenuar estos efectos a nivel individual. Sin embargo, queda por determinar si esta atenuación se traduce en una menor carga de RAM a nivel del sistema productivo en su conjunto, considerando la exposición secuencial de sucesivas cohortes de terneros.

4.7. Vacíos de conocimiento y necesidades de investigación

A pesar de los avances recientes, persisten importantes vacíos de conocimiento que dificultan una evaluación completa del riesgo asociado a la LD en sistemas pastoriles. Entre los más relevantes se encuentran: (1) la ausencia de estudios longitudinales que evalúen la dinámica de la RAM en terneros alimentados con LD en sistemas pastoriles del Cono Sur, desde la crianza hasta la recría en pradera; (2) la falta de datos sobre la persistencia y diseminación ambiental de bacterias resistentes excretadas por terneros en condiciones de pastoreo directo; (3) la necesidad de caracterizar la transmisión de patógenos entre la LD y los terneros mediante herramientas moleculares de alta resolución, como la tipificación genómica, particularmente para *S. aureus*; (4) la limitada información sobre la eficacia y viabilidad de alternativas de tratamiento de la LD adaptadas a la escala y las condiciones operativas de los sistemas pastoriles; y (5) la necesidad de modelos de evaluación cuantitativa de riesgo calibrados con datos de sistemas pastoriles, que complementen los modelos existentes basados en parámetros de sistemas confinados.

5 – CONCLUSIONES

La evidencia revisada confirma que la LD constituye un punto de control crítico en la interfaz entre salud mamaria, salud de los terneros y ambiente en los sistemas lecheros. Su rol como vehículo simultáneo de patógenos, residuos antimicrobianos y bacterias resistentes la convierte en un punto clave para la vigilancia y el control de la RAM dentro del enfoque Una Salud.

Los datos generados en sistemas pastoriles del sur de Chile, junto con la evidencia reciente proveniente de Irlanda, confirman que los riesgos asociados a la LD también están presentes en sistemas pastoriles, donde factores como la estacionalidad de los partos, las condiciones de crianza y la interfaz directa animal-ambiente requieren atención específica.

Las medidas de control más efectivas y respaldadas por la evidencia son la pasteurización de la LD y la adopción de programas de uso prudente de antimicrobianos que limiten el empleo de cefalosporinas de importancia crítica. Estas intervenciones deben adaptarse a la realidad operativa de los sistemas pastoriles y complementarse con programas de capacitación dirigidos a productores y personal de crianza.

La comunicación de estos hallazgos a veterinarios y productores resulta fundamental para posicionar a la LD como un desafío sanitario abordable, cuyo manejo adecuado puede contribuir simultáneamente a mejorar la salud de los terneros, proteger la eficacia de los antimicrobianos y reducir el impacto ambiental de la producción lechera.

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aust, V., Knappstein, K., Kunz, H. J., Kaspar, H., Wallmann, J., & Kaske, M. (2013). Feeding untreated and pasteurized waste milk and bulk milk to calves: Effects on calf performance, health status and antibiotic resistance of faecal bacteria. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *97*(6), 1091–1103. https://doi.org/10.1111/jpn.12019

Awosile, B. B., & Smith, B. A. (2017). Risk assessment modelling of fecal shedding caused by extended-spectrum cephalosporin-resistant Escherichia coli transmitted through waste milk fed to dairy pre-weaned calves. *Journal of Dairy Science*, *100*(12), 9667–9673. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13196

Bachmann, L., Weber, L., Liermann, W., Hammon, H. M., Delling, C., Dengler, F., Schaufler, K., Schwabe, M., Eger, E., Becker, K., Schütz, A., & Homeier-Bachmann, T. (2024). Colostrum as a source of ESBL-Escherichia coli in feces of newborn calves. *Scientific Reports*, *14*(1), 9929. https://doi.org/10.1038/s41598-024-60461-4

Brunton, L. A., Reeves, H., Snow, L., & Jones, J. (2014). A longitudinal field trial assesing the impact of feeding waste milk containing antibiotic residues on the prevalence of ESBL-producing Escherichia coli in calves. *Preventive Veterinary Medicine*, *117(2)*, 403–412. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.08.005

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. https://doi.org/10.3390/ani10071115

EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), Ricci, A., Allende, A., Bolton, D., Chemaly, M., Davies, R., Fernández Escámez, P. S., Girones, R., Koutsoumanis, K.,

Lindqvist, R., Nørrung, B., Robertson, L., Ru, G., Sanaa, M., Simmons, M., Skandamis, P., Snary, E., Speybroeck, N., Kuile, B. T., … Herman, L. (2017). Risk for the development of Antimicrobial Resistance (AMR) due to feeding of calves with milk containing residues of antibiotics. *EFSA Journal*, *15*(1). https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4665

Firth, C., Kremer, K., Werner, T., & Käsbohrer, A. (2021). The Effects of Feeding Waste Milk Containing Antimicrobial Residues on Dairy Calf Health. *Pathogens*, *10*(2), 112. https://doi.org/10.3390/pathogens10020112

Flynn, A., Barton, W., McAloon, C., McFadden, M., Crispie, F., McPherson, S. E., Allendez, G., Murphy, J.-P., McAloon, C. G., Cotter, P. D., & Kennedy, E. (2025). Effects of feeding a simulated waste milk on growth, health, fecal microbiota, and antibiotic resistance in dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science*, *108*(8), 8710–8725. https://doi.org/10.3168/jds.2024-26062

Garzon, A., Pandey, P., Tell, L., Aly, S. S., Poppenga, R., & Pereira, R. (2020). Evaluation of Heat and pH Treatments on Degradation of Ceftiofur in Whole Milk. *Frontiers in Veterinary Science*, *7*, 288. https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00288

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. https://doi.org/10.1128/AEM.71.6.2853-2861.2005

Hogeveen, H., Huijps, K., & Lam, T. (2011). Economic aspects of mastitis: New developments. *New Zealand Veterinary Journal*, *59*(1), 16–23. https://doi.org/10.1080/00480169.2011.547165

Maynou, G., Bach, A., & Terré, M. (2017). Feeding of waste milk to Holstein calves affects antimicrobial resistance of Escherichia coli and Pasteurella multocida isolated from fecal and nasal swabs. *Journal of Dairy Science*, *100*(4), 2682–2694. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11891

Mihreteab, Y., Okello, E., Pandey, P., Abdelfattah, E., Ekong, P. S., Sheedy, D., ElAshmawy, W. R., Karle, B. M., Black, R. A., Williams, D. R., & Aly, S. S. (2026). Epidemiology of Antimicrobial Residues and Phenotypic Resistance of Bacterial Isolates from Waste Milk on California Dairies. *Microorganisms*, *14*(3), 620. https://doi.org/10.3390/microorganisms14030620

Nitz, J., Renner, R., & Krömker, V. (2025). Destruction of Penicillin residues in waste milk. *Milk Science International - Milchwissenschaft*, *78*(1), 1–6. https://doi.org/10.48435/MSI.2025.1

Oliver, J. P., Gooch, C. A., Lansing, S., Schueler, J., Hurst, J. J., Sassoubre, L., Crossette, E. M., & Aga, D. S. (2020). Invited review: Fate of antibiotic residues, antibiotic-resistant bacteria, and antibiotic resistance genes in US dairy manure management systems. *Journal of Dairy Science*, *103*(2), 1051–1071. https://doi.org/10.3168/jds.2019-16778

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. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11537

Penati, M., Musa, L., Filippone Pavesi, L., Guaraglia, A., Ulloa, F., Moroni, P., Piccinini, R., & Addis, M. F. (2024). Multidrug-Resistant Extended-Spectrum Beta-Lactamase (ESBL)-Producing Escherichia coli in a Dairy Herd: Distribution and Antimicrobial Resistance Profiles. *Antibiotics*, *13*(3), 241. https://doi.org/10.3390/antibiotics13030241

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. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.650150

Pereira, R. V. V., Carroll, L. M., Lima, S., Foditsch, C., Siler, J. D., Bicalho, R. C., & Warnick, L. D. (2018). Impacts of feeding preweaned calves milk containing drug residues on the functional profile of the fecal microbiota. *Scientific Reports*, *8*(1), 554. https://doi.org/10.1038/s41598-017-19021-2

Pereira, R. V. V., Siler, J. D., Bicalho, R. C., & Warnick, L. D. (2014). In Vivo Selection of Resistant E. coli after Ingestion of Milk with Added Drug Residues. *PLoS ONE*, *9*(12), e115223. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115223

Raffo, E., Steuer, P., Monti, G., & Salgado, M. (2017). Effect of Mycobacterium avium subsp. Paratuberculosis (MAP) infection on the diagnostic accuracy for Mycobacterium bovis (M. bovis) infection under field conditions in cattle belonging to low M. bovis prevalence herds. *Tropical Animal Health and Production*, *49*(4), 771–775. https://doi.org/10.1007/s11250-017-1259-y

Ramos, S., Silva, V., Dapkevicius, M. D. L. E., Caniça, M., Tejedor-Junco, M. T., Igrejas, G., & Poeta, P. (2020). Escherichia coli as Commensal and Pathogenic Bacteria among Food-Producing Animals: Health Implications of Extended Spectrum β-Lactamase (ESBL) Production. *Animals*, *10*(12), 2239. https://doi.org/10.3390/

ani10122239

Randall, L., Heinrich, K., Horton, R., Brunton, L., Sharman, M., Bailey-Horne, V., Sharma, M., McLaren, I., Coldham, N., Teale, C., & Jones, J. (2014). Detection of antibiotic residues and association of cefquinome residues with the occurrence of Extended-Spectrum β-Lactamase (ESBL)-producing bacteria in waste milk samples from dairy farms in England and Wales in 2011. *Research in Veterinary Science*, *96*(1), 15–24. https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.10.009

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.

Snow, L. C., Warner, R. G., Cheney, T., Wearing, H., Stokes, M., Harris, K., Teale, C. J., & Coldham, N. G. (2012). Risk factors associated with extended spectrum beta-lactamase Escherichia coli (CTX-M) on dairy farms in North West England and North Wales. *Preventive Veterinary Medicine*, *106*(3–4), 225–234. https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.03.009

Stabel, J. R., Hurd, S., Calvente, L., & Rosenbusch, R. F. (2004). Destruction of Mycobacterium paratuberculosis, Salmonella spp., and Mycoplasma spp. In Raw Milk by a Commercial On-Farm High-Temperature, Short-Time Pasteurizer. *Journal of Dairy Science*, *87*(7), 2177–2183. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70038-7

Sung, N., & Collins, M. T. (2003). Variation in Resistance of *Mycobacterium paratuberculosis* to Acid Environments as a Function of Culture Medium. *Applied and Environmental Microbiology*, *69*(11), 6833–6840. https://doi.org/10.1128/AEM.69.11.6833-6840.2003

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. https://doi.org/10.3168/jds.2018-14398

Ulloa, F., Penati, M., Hernández-Agudelo, J. M., Tejeda, C., Steuer, P., Addis, M. F., Mella, A., Canales, N., Soto, J. P., & Salgado, M. (2025). Analysis of pathogenic bacteria and antimicrobial residues in bovine waste milk on dairy farms in southern Chile. *Frontiers in Veterinary Science*, *12*, 1613185. https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1613185

Ulloa, F., Penati, M., Naegel, C., Tejeda, C., Hernández-Agudelo, M., Steuer, P., & Salgado, M. (2024). Efficacy of Copper Ion Treatment on Bacteria and Antibiotic Residues Contained in Bovine Waste Milk. *Antibiotics*, *13*(11), 1085. https://doi.org/10.3390/antibiotics13111085

Weber, L. P., Dreyer, S., Heppelmann, M., Schaufler, K., Homeier-Bachmann, T., & Bachmann, L. (2021). Prevalence and Risk Factors for ESBL/AmpC-E. coli in Pre-Weaned Dairy Calves on Dairy Farms in Germany. *Microorganisms*, *9*(10), 2135. https://doi.org/10.3390/microorganisms9102135

WHO. (2024). *WHO's List of Medically Important Antimicrobials: A risk management tool for mitigating antimicrobial resistance due to non-human use.* (Geneva: World Health Organization).

Zhou, X., Willems, R. J. L., Friedrich, A. W., Rossen, J. W. A., & Bathoorn, E. (2020). Enterococcus faecium: From microbiological insights to practical recommendations for infection control and diagnostics. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, *9*(1), 130. https://doi.org/10.1186/s13756-020-00770-1

IMPACTO DEL USO DEL GONADOTROFINA CORIÓNICA EQUINA (eCG) EN PROTOCOLOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO EN VACAS Y VAQUILLONAS.

Fábio Gallas Leivas*, Daniela dos Santos Brum

Biotech, Laboratório de Biotecnologia da Reprodução
Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil.
*fabioleivas@unipampa.edu.br

1 – RESUMEN

La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) y la producción in vitro de embriones (PIV) constituyen herramientas estratégicas para la intensificación sostenible de la producción bovina de carne, al permitir la utilización de genética superior a gran escala. Sin embargo, la variabilidad en las tasas de concepción aún limita el desempeño de los programas reproductivos, reflejando la compleja interacción entre factores fisiológicos, metabólicos, ambientales y de manejo. En este contexto, la gonadotrofina coriónica equina (eCG) ha sido ampliamente utilizada como moduladora de la dinámica folicular y de la función lútea, especialmente en hembras en anestro posparto en programas de IATF o con baja producción embrionaria en sistemas de PIV. El presente trabajo revisa, de forma integrada, los mecanismos neuroendocrinos y celulares que regulan la fertilidad en bovinos, con énfasis en la acción de la eCG, su relación dosis-respuesta y su aplicación en protocolos de IATF y aspiración folicular (OPU) para PIV. La literatura demuestra que la respuesta a la eCG depende del estado fisiológico y metabólico de las hembras, siendo más pronunciada en condiciones de mayor desafío reproductivo. En programas de IATF, dosis moderadas son suficientes para optimizar las tasas de preñez, mientras que dosis elevadas pueden inducir hiperestimulación sin beneficios adicionales. En programas de OPU/PIV, un mayor estímulo gonadotrófico favorece la competencia ovocitaria y la fertilización. En ambos escenarios, la optimización de la dosis en función de la categoría animal y del grupo genético resulta determinante para maximizar la eficiencia de los protocolos. En este sentido, el uso estratégico de la eCG, asociado al desarrollo de enfoques más precisos y al avance de hormonas recombinantes, representa una vía prometedora para mejorar la eficiencia reproductiva y la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina.

2 – SUMARY

Fixed-time artificial insemination (FTAI) and in vitro embryo production (IVP) are strategic tools for the sustainable intensification of beef cattle production, as they enable the large-scale dissemination of superior genetics. However, variability in conception rates still limits the performance of reproductive programs, reflecting the complex interaction among physiological, metabolic, environmental, and management factors. In this context, equine chorionic gonatrophin (eCG) has been widely used as a modulator of follicular dynamics and luteal function, particularly in postpartum anestrous females in FTAI programs or in animals with low embryo production in IVP systems. The present study provides an integrated review of the neuroendocrine and cellular mechanisms regulating fertility in cattle, with emphasis on the action of eCG, its dose–response relationship, and its application in FTAI and ovum pick-up (OPU) protocols for IVP. The literature indicates that the response to eCG depends on the physiological and metabolic status of the females, being more pronounced under conditions of greater reproductive challenge. In FTAI programs, moderate doses are sufficient to optimize pregnancy rates, whereas higher doses may induce superstimulation without additional benefits. In OPU/IVP programs, greater gonadotropic stimulation enhances oocyte competence and fertilization. In both scenarios, optimizing the dose according to animal category and genetic group is critical to maximize protocol efficiency. In this regard, the strategic use of eCG, combined with the development of more precise approaches and advances in recombinant hormones, represents a promising pathway to improve reproductive efficiency and the sustainability of cattle production systems.

PALABRAS CLAVES:

inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), producción in vitro de embriones (PIV), aspiración folicular (OPU), eficiencia reproductiva, bovinos.

3 – INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva constituye uno de los principales determinantes de la productividad en la ganadería de carne, influyendo directamente en el número de ter-

neros destetados por hembra expuesta a la reproducción y, en consecuencia, en la rentabilidad de los sistemas productivos. En este contexto, la adopción de biotecnologías reproductivas se ha intensificado en las últimas décadas, destacándose la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), que permite la sincronización del estro y la ovulación, eliminando la necesidad de detección de estro y facilitando la diseminación de genética superior a gran escala (Bo et al., 2020; Sales et al., 2023; 2025). Adicionalmente, la producción de terneros mediante la técnica de ovum pick-up (OPU) asociada a la fecundación in vitro (FIV) se presenta como una estrategia complementaria para la obtención de animales de alto mérito genético a gran escala en programas de transferencia de embriones a tiempo fijo (TETF; Baruselli et al., 2004; Morotti et al., 2025).

En América del Sur, especialmente en países como Brasil, Paraguay, Argentina y Uruguay, la IATF ha desempeñado un papel estratégico en la intensificación sostenible de la producción de bovinos de carne, siendo ampliamente utilizada en sistemas extensivos y semi-intensivos. Sin embargo, a pesar de los avances en los protocolos hormonales y en el manejo reproductivo, las tasas de concepción aún presentan elevada variabilidad, reflejando la compleja interacción entre factores fisiológicos, nutricionales, ambientales y de manejo (Bó & Baruselli, 2014; Baruselli et al., 2025).

Entre los factores fisiológicos, se destacan la condición corporal, el estado ovárico al inicio del protocolo y el período posparto, los cuales influyen directamente en la dinámica folicular y en la competencia ovulatoria. Adicionalmente, la nutrición desempeña un papel fundamental en la modulación del eje hipotálamo–hipófisis–gonadal, afectando la ciclicidad y la calidad ovocitaria (Baruselli et al., 2004; Sá Filho et al., 2013; Pessoa et al., 2016). Condiciones ambientales adversas, como el estrés térmico, pueden comprometer tanto la expresión del estro como la supervivencia embrionaria temprana. Asimismo, la interacción de estos factores puede conducir a pérdidas embrionarias tempranas, que representan uno de los principales obstáculos para la eficiencia reproductiva y que, en muchos casos, pasan desapercibidas en sistemas comerciales (Seneda et al., 2020; Núñez-Olivera et al., 2020). Por lo tanto, la variabilidad en los resultados de concepción en la IATF, asociada a la condición corporal y al manejo, está directamente relacionada con la baja pulsatilidad de LH, especialmente en vacas en el período posparto y con bajo puntaje de condición corporal.

En este contexto, el uso de gonadotrofinas que promuevan el crecimiento folicular y mejoren la competencia ovocitaria, especialmente en animales bajo mayores desafíos reproductivos, se presenta como una estrategia fisiológica eficaz, ya que permite el control de la dinámica folicular y la sincronización de la ovulación, reduciendo la variabilidad fisiológica entre hembras. Sin embargo, la comprensión integrada de los factores que afectan la tasa de concepción en los programas reproductivos es esencial para el desarrollo de estrategias orientadas a maximizar la eficiencia reproductiva en bovinos de carne. De este modo, la presente revisión tiene como objetivo analizar los principales factores involucrados en la variabilidad de las tasas de concepción en programas de IATF y producción de embriones, con énfasis en el impacto del uso de la gonadotrofina coriónica equina (eCG) en protocolos de sincronización de la ovulación para IATF o en protocolos previos a la aspiración folicular (OPU) para FIV en bovinos.

4 – DESARROLLO

4.1. Principales factores que afectan la fertilidad en programas de IATF

La tasa de concepción en programas de IATF está influenciada por una compleja interacción de factores fisiológicos, nutricionales, ambientales y de manejo, que actúan de manera integrada sobre la dinámica folicular, la calidad ovocitaria y el ambiente uterino.

Entre los factores fisiológicos, se destacan la condición corporal y el estado ovárico al inicio del protocolo. Hembras con un puntaje de condición corporal inadecuado, especialmente en balance energético negativo, presentan menor probabilidad de ciclicidad y de respuesta a los protocolos hormonales (Sá Filho et al., 2010; Sales et al., 2011; Pessoa et al., 2016). Además, el período posparto ejerce un impacto significativo, siendo el anestro una de las principales limitaciones para la eficiencia reproductiva en vacas de carne (Yavas & Walton, 2000). La nutrición desempeña un papel central en la regulación de la fertilidad, ya que afecta directamente el metabolismo energético y la secreción hormonal. Deficiencias energéticas y proteicas, así como desequilibrios minerales, pueden comprometer la reanudación de la actividad ovárica y reducir la calidad de los ovocitos y embriones (Wiltbank et al., 2002).

Factores ambientales, como el estrés térmico, también constituyen determinantes importantes, especialmente en sistemas extensivos. Temperaturas elevadas pueden reducir la expresión del estro, afectar la función luteal y aumentar la incidencia de pérdidas embrionarias tempranas (Jordan, 2003). En cuanto al manejo, la eficiencia de

los protocolos hormonales depende de la adecuada elección de las combinaciones farmacológicas, del momento correcto de la inseminación y de la correcta ejecución de las prácticas de manejo. Fallas operativas, como errores en la aplicación de hormonas o en la técnica de inseminación, pueden impactar negativamente los resultados.

Por último, se destaca la importancia de las pérdidas embrionarias tempranas como un factor limitante de la fertilidad, frecuentemente asociadas a la baja calidad embrionaria o a condiciones uterinas inadecuadas (Pinto et al., 2020; Núñez-Olivera et al., 2020). De este modo, la optimización de la tasa de concepción en programas de IATF requiere un enfoque integrado, considerando simultáneamente todos estos factores.

4.2. Papel de la gonadotrofina coriónica equina (eCG) en protocolos de IATF

La IATF representó un avance importante al permitir un mayor control del manejo reproductivo y eliminar la necesidad de detección de estro. Sin embargo, las tasas de concepción aún varían ampliamente (30–65%), lo que refleja la complejidad de los mecanismos fisiológicos involucrados y la influencia de factores extrínsecos en la aplicación de esta biotecnología (Bó & Baruselli, 2014; Sales et al., 2025).

Desde el punto de vista fisiológico, la fertilidad en bovinos depende de la integración entre el eje hipotálamo–hipófisis–ovario, la dinámica folicular, la competencia ovocitaria y la función luteal. La secreción pulsátil de GnRH por el hipotálamo regula la liberación de LH y FSH por la hipófisis, hormonas responsables de la emergencia de las ondas foliculares y de la selección del folículo dominante. En condiciones ideales, este folículo produce estradiol en niveles suficientes para inducir la manifestación del estro y la ovulación. Tras la ovulación, ocurre la formación del cuerpo lúteo, cuya principal función es la secreción de progesterona, hormona esencial para el mantenimiento de un ambiente uterino adecuado para el desarrollo embrionario temprano. Sin embargo, en vacas en el período posparto, especialmente bajo condiciones de balance energético negativo, se observa una reducción en la frecuencia de los pulsos de LH, lo que compromete el crecimiento folicular y resulta en anestro (Yavas & Walton, 2000). Esta condición representa una de las principales limitaciones para la eficiencia de la IATF, ya que reduce la proporción de hembras aptas para responder adecuadamente a los protocolos hormonales (Sá Filho et al., 2010).

Además, factores como el estrés térmico, la nutrición inadecuada y las fallas de manejo pueden comprometer el desarrollo folicular, la calidad ovocitaria, la función luteal y el desarrollo embrionario, aumentando la incidencia de pérdidas gestacionales tempranas.

En este contexto, el uso de la gonadotrofina coriónica equina (eCG) se ha consolidado como una estrategia eficaz para mejorar la respuesta reproductiva, especialmente en hembras con baja actividad ovárica. La eCG es una glicoproteína de larga vida media producida por células endometriales en yeguas preñadas (Murphy, 1991). Presenta actividad similar a la FSH y la LH, debido a su capacidad de unirse a sus respectivos receptores localizados en las células de la granulosa y de la teca (Soumano et al., 1998), estimulando el crecimiento folicular y la ovulación en bovinos. De este modo, la administración de eCG en el momento de la retirada del dispositivo de progesterona (P4) constituye una alternativa eficiente para mejorar el desarrollo folicular, aumentar la respuesta ovulatoria y, en consecuencia, las tasas de preñez en programas de IATF, tanto en vacas Bos indicus (Sá Filho et al., 2009; Sá Filho et al., 2010; Felisbino Neto et al., 2024) como en Bos taurus (Bó & Baruselli, 2014; Pessoa et al., 2016; Cuadro et al., 2024) en lactación.

La inclusión de eCG en protocolos de IATF puede resultar en un incremento significativo de la tasa de preñez, especialmente en vacas en anestro posparto. Estudios demuestran que el tratamiento con eCG aumenta el crecimiento folicular diario antes de la ovulación (de 0,90 mm/día en el grupo control a 1,45 mm/día con eCG), lo que se traduce en mayores tasas de ovulación y preñez (Sales et al., 2011). En general, los efectos (Fig. 1) de la eCG sobre la dinámica folicular y la fertilidad se observan en diferentes categorías animales; sin embargo, en vacas primíparas o en animales con bajo puntaje de condición corporal, estos efectos son más pronunciados (Sá Filho et al., 2010; Núñez-Olivera et al., 2014, Pessoa et al., 2016; Sales et al., 2016).

Además de su acción sobre la dinámica folicular, la eCG desempeña un papel fundamental en la modulación de la función luteal. Estudios demuestran que su utilización está asociada a la formación de cuerpos lúteos de mayor tamaño y con mayor capacidad funcional, reflejada en concentraciones más elevadas de progesterona en el período post ovulatorio (Sá Filho et al., 2010; Pessoa et al., 2016; Pinto et al., 2018). Este aumento en la progesterona es determinante para el mantenimiento de un ambiente uterino adecuado, estimulando la secreción de histotrofo y favoreciendo la supervivencia embrionaria, especialmente en las fases iniciales de la gestación, cuando se registran las mayores tasas de pérdidas embrionarias (Spencer et al., 2017).

Adicionalmente, debido al aumento de las concentraciones de progesterona en el período post ovulatorio, la eCG contribuye a generar un ambiente uterino más favorable para el desarrollo embrionario y, en consecuencia, a la reducción de las pérdidas embrionarias tempranas (Baruselli et al., 2004; Sales et al., 2011; Bó & Baruselli, 2014).

4.3. Efecto de la reducción de la dosis de eCG en protocolos de IATF

Como se ha demostrado ampliamente, la administración de eCG en el momento de la retirada del dispositivo de progesterona (P4) en protocolos de IATF promueve un aumento del diámetro folicular al momento de la inseminación, una mayor ocurrencia de estro y un incremento en las tasas de preñez en vacas de carne, con un efecto más pronunciado en hembras en anestro. La dosis tradicional inicialmente utilizada de eCG en vacas de carne Bos indicus y Bos taurus en lactación fue de 400 UI (Penteado et al., 2004; Sá Filho et al., 2010; Bó & Baruselli, 2014). Posteriormente, otros estudios demostraron que la administración de 300 UI de eCG mejora el crecimiento del folículo dominante final, así como los índices de ovulación y preñez en vacas Bos indicus (Sales et al., 2011). Sin embargo, las vacas Bos indicus presentan particularidades fisiológicas reproductivas, como una mayor sensibilidad a gonadotrofinas exógenas en comparación con las razas Bos taurus (Sartori & Barros, 2011).

A partir de ello, algunos estudios comenzaron a evaluar el efecto de la reducción de la dosis de 400 UI en hembras Bos taurus en lactación. En un estudio realizado en el sur de Brasil, Pessoa y colaboradores (2016) evaluaron dosis de 0, 300 y 400 UI de eCG en vacas Bos taurus de carne lactantes, demostrando que el uso de eCG resultó en un mayor crecimiento folicular. Sin embargo, no se observaron diferencias entre las dosis de 300 y 400 UI en cuanto a la respuesta folicular, la manifestación de estro o la tasa de preñez a los 30 y 60 días, lo que indica que la dosis de 300 UI presentó una eficacia similar, con una potencial ventaja económica.

En protocolos J-Synch de IATF en vaquillonas Bos taurus, el uso de eCG no presentó un efecto dependiente de la dosis sobre la tasa de preñez, ya que dosis de 200 y 300 UI resultaron en un desempeño reproductivo similar. Sin embargo, dosis más elevadas se asociaron con un aumento de la ovulación doble y de la incidencia de gestaciones gemelares, las cuales están relacionadas con mayores tasas de pérdidas gestacionales (Cuadro et al., 2024). En este contexto, la reducción de la dosis a 200 UI permitió mantener la eficiencia reproductiva, al mismo tiempo que reduce la ocurrencia de gestaciones gemelares y sus complicaciones, configurándose como una estrategia más segura y económicamente viable.

En otro estudio con vaquillonas, la reducción de la dosis de eCG en protocolos de IATF basados en P4 y estradiol no comprometió el desempeño reproductivo en novillas Bos taurus de carne, ya que dosis de 200 y 300 UI promovieron un crecimiento folicular, una mayor ocurrencia de estro y tasas de preñez similares a las observadas con 400 UI. Además, las vaquillonas con cuerpo lúteo funcional al inicio del protocolo presentan un mayor diámetro folicular y mayores tasas de preñez, lo que evidencia la importancia de la ciclicidad estral en la respuesta al tratamiento. Estos resultados indican que la utilización de dosis reducidas de eCG fue suficiente para inducir la ovulación y la formación de un cuerpo lúteo funcional, permitiendo una mayor eficiencia económica sin comprometer la fertilidad (Pinto, 2020). Resultados similares fueron observados en estudios con vaquillonas Nelore, en los cuales la eCG promovió un aumento en la tasa de ovulación y un mejor desarrollo del cuerpo lúteo, resultando en mayores tasas de preñez en comparación

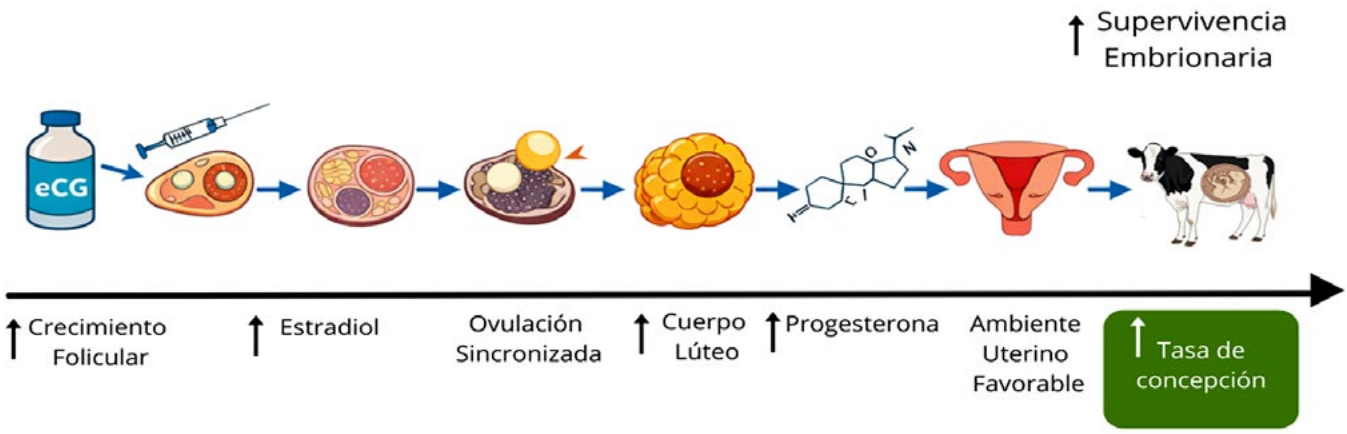


Figura 1: Esquema representativo de la acción de la eCG sobre el desarrollo folicular, la función luteal y el ambiente uterino.

con animales no tratados. De igual manera, no se observaron diferencias entre las dosis de 200 y 300 UI para las variables reproductivas evaluadas, lo que indica que la dosis de 200 UI es suficiente para optimizar la respuesta ovárica y el desempeño reproductivo en vaquillonas Nelore (Felisbino Neto et al., 2024). Estos hallazgos refuerzan que el uso de dosis reducidas de eCG (200 UI) en novillas, especialmente cuando se encuentran cíclicas, es suficiente para obtener resultados satisfactorios en programas de IATF.

Por lo tanto, estudios recientes confirman que la eCG mejora la dinámica folicular, la expresión de estro y las tasas de preñez en protocolos de IATF, especialmente en hembras con menor actividad ovárica. Sin embargo, la evidencia indica la ausencia de un efecto dependiente de la dosis, ya que la dosis de 300 UI presenta un desempeño similar al de dosis más elevadas (400 UI) en vacas, y 200 UI resulta suficiente en novillas cíclicas de diferentes grupos genéticos (Fig 2.). Además, la reducción de la dosis disminuye la ocurrencia de ovulación doble, gestaciones gemelares y pérdidas gestacionales, manteniendo la eficiencia reproductiva. De este modo, el uso de dosis reducidas de eCG se configura como una estrategia más económica y segura, sin comprometer la fertilidad.

4.4. Efecto de la dosis de eCG previa a la aspiración folicular (OPU)

Además de su aplicación en programas de IATF, las gonadotrofinas, como la eCG, pueden ser utilizadas en protocolos previos a la aspiración folicular (OPU) para la producción in vitro de embriones (FIV). Considerando que las vacas taurinas presentan una menor cantidad de folículos antrales en comparación con las zebuinas (Sartori & Barros, 2011), y que la competencia ovocitaria está directamente relacionada con el crecimiento folicular (Lonergan et al., 1994; Blondin et al., 2002; Sirard, 2012), siendo superior en ovocitos provenientes de folículos medianos y grandes (>5–6 mm) sometidos a fertilización in vitro (Machatkova et al., 2004), la manipulación farmacológica de la dinámica folicular surge como una estrategia para aumentar el potencial de producción de embriones viables (Singh et al., 2004; Ireland et al., 2007; Silva-Santos et al., 2014), especialmente en animales con baja población folicular o reducida eficiencia en la producción embrionaria.

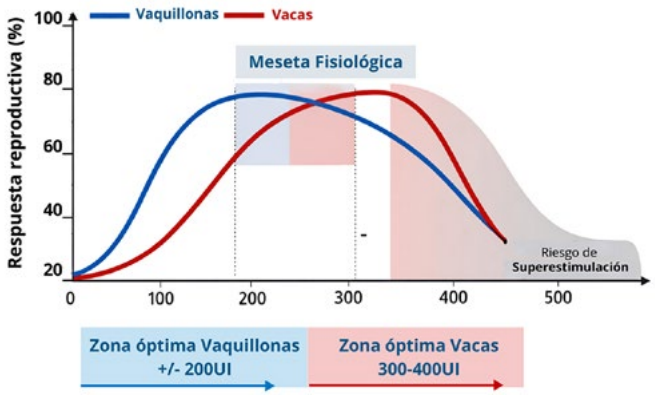


Figura 2: Tasa de preñez esperada en relación con la dosis de eCG utilizada en vacas y vaquillonas sometidas a programas de IATF.

Los tratamientos de super estimulación con gonadotrofinas exógenas aumentan el número de folículos, el tamaño folicular y, en consecuencia, maximizan el número y la calidad de los ovocitos obtenidos por vaca en cada sesión de OPU (Chaubal et al., 2006; Sendag et al., 2008). El p-FSH (FSH porcino) y la eCG pueden ser utilizados para estimular el crecimiento folicular y mejorar la eficiencia de OPU/FIV. A pesar de la variabilidad individual en la respuesta a la hiperestimulación, el p-FSH presenta resultados más consistentes que la eCG, especialmente cuando se adopta el período de "coasting" (período entre la administración de la gonadotropina y la aspiración folicular y/o ovulación) previo a la OPU (De Roover et al., 2005; Ongaratto et al., 2015). Sin embargo, su uso está limitado por su mayor costo, corta vida media y la necesidad de múltiples aplicaciones. En contraste, la eCG presenta una vida media más prolongada (≈46 h en vacas), lo que permite su administración en una dosis única (Murphy & Martinuk, 1991). Estudios recientes demuestran que la utilización de la sincronización de la onda folicular (Seneda et al., 2020), asociada a la administración de eCG, puede constituir una alternativa para mejorar la tasa de producción de embriones producidos in vitro en bovinos (Sales et al., 2011; Ongaratto et al., 2015; Ribas et al., 2018; Garcia et al., 2025). Las dificultades en el control del período de "coasting", asociadas a la amplia variación en las dosis de eCG utilizadas (400–3000 UI), han sido señaladas como limitaciones para la repetibilidad de los resultados observados entre estudios (Sendag et al., 2008; Aller et al., 2012; Ongaratto et al., 2015).

Sin embargo, algunos resultados destacan la importancia de los mecanismos que la eCG desencadena sobre el desarrollo folicular y la competencia ovocitaria. Aller y colaboradores (2012) demostraron que el uso de eCG asociado a OPU repetidas en vacas de carne preñadas incrementa la respuesta folicular, aumentando el número de folículos medianos y grandes, así como la cantidad de ovocitos recuperados y viables, especialmente a partir de ~73 días de gestación. En un estudio realizado en Brasil con vacas Braford, se demostró que la hiperestimulación

ovárica con eCG previa a la OPU promovió un aumento del crecimiento folicular y mejoró la competencia ovocitaria en bovinos, con un efecto dependiente de la dosis (Ribas et al., 2018). En este estudio, la dosis de 800 UI de eCG incrementó la proporción de folículos ≥6 mm, mejoró la tasa de fertilización normal y redujo la ocurrencia de polispermia, sin comprometer el desarrollo embrionario temprano. Estos hallazgos indican que la eCG puede optimizar la eficiencia de la producción in vitro de embriones al favorecer la calidad ovocitaria y la fertilidad, sin afectar negativamente el desarrollo embrionario inicial. En otro estudio de nuestro grupo, la sincronización de ondas foliculares, asociada a la administración de 800 UI de eCG 3 días antes de la OPU, mejoró la dinámica folicular en vacas Braford al aumentar la proporción de folículos medianos (6–10 mm) y grandes (>10 mm), sin alterar el número total de folículos ni la calidad ovocitaria (Fig 3). Aunque no se observaron efectos sobre las tasas de recuperación de ovocitos, viabilidad ni sobre la tasa de clivaje, se evidenció una tendencia al aumento en la tasa de blastocistos y un incremento significativo en el número de embriones producidos por donadora (Garcia et al., 2025). De este modo, esta estrategia demostró el potencial de optimizar la eficiencia de la FIV, especialmente en hembras con menor población folicular, sin comprometer la calidad embrionaria.

Fernandes y colaboradores (2021) demostraron que la administración de eCG (400 UI) antes de la OPU en donadoras Nelore incrementa la respuesta folicular, aumentando el número de folículos medianos y grandes, así como la recuperación de ovocitos viables. Además, observaron que el tratamiento mejora la calidad morfológica y molecular de los complejos cúmulo–ovocito, con mayor expresión de genes asociados a la competencia ovocitaria y una reducción de marcadores relacionados con baja calidad (catepsinas). Estos resultados indican que el uso de eCG optimiza la competencia ovocitaria y

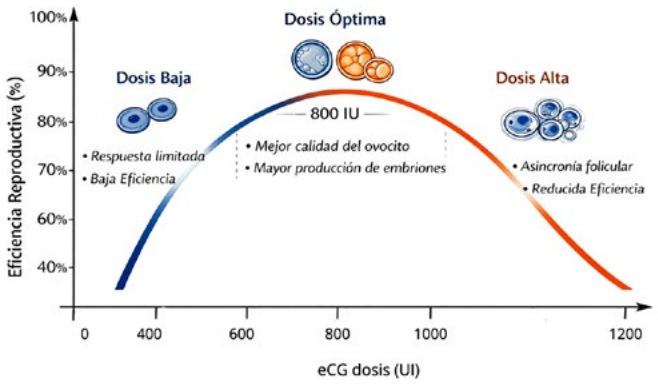


Figura 3: Tasa de éxito esperada en la FIV de ovocitos obtenidos tras la aspiración folicular de vacas estimuladas con diferentes dosis de eCG.

puede aumentar la eficiencia de la producción in vitro de embriones también en bovinos Bos indicus.

Por lo tanto, la utilización de eCG en protocolos de OPU/FIV, asociada a la sincronización de la onda folicular previa a la OPU, incrementa la disponibilidad de folículos medianos y grandes, lo que resulta en la recuperación de un mayor número de ovocitos competentes (Fig 3). En este sentido, representa una alternativa especialmente interesante, particularmente en donadoras con baja población folicular o con una tasa de producción embrionaria insatisfactoria.

4.5. El uso del eCG recombinante

A pesar del amplio uso de la eCG en protocolos reproductivos, su preparación se obtiene a partir de la purificación de sangre de yeguas preñadas (PMSG), lo que impone importantes limitaciones. El origen biológico de estos productos está asociado a la variabilidad entre lotes, derivada de diferencias en el perfil de glicosilación —factor determinante de la vida media y la eficacia hormonal—, además del potencial riesgo de contaminación por agentes biológicos y proteínas indeseadas. Adicionalmente, los métodos de obtención han sido crecientemente cuestionados desde la perspectiva del bienestar animal, en un contexto de mayores exigencias regulatorias por productos más seguros y estandarizados. En este escenario, el desarrollo de la eCG recombinante (reCG) surge como una alternativa innovadora, permitiendo un mayor control del proceso productivo, mayor consistencia y reproducibilidad entre lotes, además de eliminar la dependencia de fuentes animales y las preocupaciones bioéticas asociadas (Murphy, 1991; McClamrock, 2003; Rodríguez et al., 2023).

El estudio de Cattaneo et al. (2024) evaluó el efecto de una eCG recombinante (reCG) en protocolos de IATF en vacas de carne de diferentes grupos genéticos, demostrando que la administración de reCG incrementa la expresión de estro y las tasas de preñez en vacas Bos taurus y en cruzas Bos taurus × Bos indicus, en comparación con animales no tratados. Sin embargo, no se observó un efecto positivo del aumento de la dosis, ya que dosis intermedias (≈84–105 UI) presentaron un desempeño similar o incluso superior al de dosis más elevadas. En vacas Bos indicus, dosis más altas de reCG (105UI) se asociaron con una reducción de la tasa de preñez, mientras que dosis menores (84UI) mostraron resultados comparables a la eCG convencional (300UI). Estos hallazgos indican que la reCG mejora la fertilidad en protocolos de IATF, aunque con un efecto dependiente de la dosis y de la categoría animal, siendo las dosis

moderadas más eficientes, mientras que dosis elevadas pueden resultar perjudiciales para el desempeño reproductivo. Otros estudios también confirman la eficacia de la eCG recombinante y la necesidad de ajustar la dosis según el grupo genético y la categoría animal (Villarraza et al., 2021; Abreu et al., 2023).

5 – CONCLUSIONES

Los efectos de la eCG en los diferentes sistemas reproductivos bovinos están directamente relacionados con su actividad dual similar a la FSH y la LH, modulando de manera diferenciada la dinámica folicular según el contexto fisiológico y el objetivo del protocolo. En protocolos de IATF, dosis ajustadas a la categoría animal y al grupo genético promueven un adecuado reclutamiento y crecimiento folicular mediante la estimulación tipo FSH, además de sostener la esteroidogénesis y la ovulación a través de su acción tipo LH. Sin embargo, dosis elevadas pueden conducir a una hiperestimulación ovárica, con reclutamiento excesivo de folículos y aumento de la ovulación múltiple, lo que resulta en asincronía folicular y mayor incidencia de gestaciones gemelares, sin incremento en la tasa de preñez.

Por otro lado, en sistemas de OPU/FIV, donde el objetivo central es maximizar la competencia ovocitaria, el estímulo gonadotrófico asociado a la sincronización de la onda folicular favorece el crecimiento de folículos de mayor diámetro y la adquisición de competencia citoplasmática y nuclear de los ovocitos. Este ambiente endocrino más robusto mejora la maduración ovocitaria, reduce la polispermia y aumenta la tasa de fertilización normal, sin comprometer el desarrollo embrionario temprano. De este modo, la respuesta a la eCG refleja un equilibrio entre una estimulación suficiente para optimizar la competencia folicular y el riesgo de hiperestimulación, siendo este umbral dependiente de la categoría animal y de la finalidad del protocolo reproductivo.

Por lo tanto, la eCG constituye una herramienta de gran relevancia en la reproducción bovina; sin embargo, su uso debe ser estratégico y basado en criterios técnicos bien definidos. La adopción de enfoques ajustados a la realidad de cada sistema productivo permite no solo mejorar los índices reproductivos, sino también optimizar la relación costo-beneficio y promover la sostenibilidad de la producción bovina. Las perspectivas futuras incluyen el desarrollo de protocolos más precisos, basados en el monitoreo y el uso racional de hormonas, el empleo de hormonas recombinantes con mayor estabilidad y menor variabilidad biológica, así como la integración con nuevas tecnologías reproductivas, con el objetivo de maximizar la eficiencia productiva de manera sostenible.

6 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu LA, Cutaia L, Wallace SP, Resende TS, Carreira ALM, Cunha BS, Sousa AVG, Silva LA, Catussi BLC, Baruselli PS. Efficacy of eCG-like on preovulatory follicle diameter and pregnancy rate in Nelore cows submitted to FTAI. In: Proc Int Embryo Technol Soc; 2023.

Aller JF, Mucci NC, Kaiser GG, Callejas SS, Alberio RH. Effect of repeated eCG treatments and ovum pick-up on ovarian response and oocyte recovery during early pregnancy in suckling beef cows. Anim Reprod Sci. 2012;133:10–15.

Baruselli PS, Abreu LA, Menchaca A, Bó GA. The future of beef production in South America. Theriogenology. 2025;231:21–28. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.10.004

Baruselli PS, Reis EL, Marques MO, Nasser LF, Bó GA. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrous beef cattle in tropical climates. Anim Reprod Sci. 2004;82–83:479–486. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.025

Bó GA, Baruselli PS. Synchronization of ovulation and fixed-time artificial insemination in beef cattle. Animal. 2014;8(Suppl 1):144–150. https://doi.org/10.1017/S1751731114000822

Bó GA. Pursuit of a means of manipulating ovarian function in the cow: an adventure of serendipity, collaboration and friendship. Theriogenology. 2020;150:480–489. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.010

Cattaneo L, Prieto C, Ojeda D, Pereira A, Frutos J, Bó GA. The use of recombinant equine chorionic gonadotropin (reCG) in fixed-time AI programs in beef cattle. Theriogenology. 2024;227:77–83. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.07.011

De Roover R, Genicot G, Leonard S, Bols P, Dessy F. Ovum pick-up and in vitro embryo production in cows superstimulated with an individually adapted protocol. Anim Reprod Sci. 2005;86:13–25.

Felisbino Neto AR, Souza DFC, Campos RA, Albertini S, Bastos MR, Freitas BG, Colli MHA, Elliff FM, Sales JNS, Baruselli PS. The effectiveness of low-dose eCG in timed AI Nelore heifers. Reprod Domest Anim. 2024;59. https://doi.org/10.1111/rda.14553

Garcia FG, Menezes-Bisneto BM, Possebon CF, Klaus R, Albornoz MS, Trentin JM, Missio D, Brum DS, Leivas FG. Effect of prior follicular wave synchronization and eCG on ovum pick-up and in vitro embryo production in Braford cows. Anim Reprod. 2025;22:e20250020. https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2025-0020

Ireland JJ, Ward F, Jimenez-Krassel F, Ireland JL, Smith GW, Lonergan P, Evans ACO. Follicle numbers are highly repeatable within individuals. Hum Reprod. 2007;22:1687–1695. https://doi.org/10.1093/humrep/dem071

Jordan ER. Effects of heat stress on reproduction. J Dairy Sci. 2003;86:E104–E114. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74043-0

McClamrock HD. Recombinant gonadotropins. Clin Obstet Gynecol. 2003;46:298–316.

Menchaca A. Assisted reproductive technologies and genome editing to support sustainable livestock production. Anim Reprod. 2023;20:e20230074. https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2023-0074

Murphy BD, Martinuk SD. Equine chorionic gonadotropin. Endocr Rev. 1991;12:27–44. https://doi.org/10.1210/edrv-12-1-27

Murphy BD. Equine chorionic gonadotropin: an enigmatic but essential tool. Anim Reprod. 2012;9:223–230.

Núñez-Olivera R, De Castro T, García-Pintos C, Bó GA, Piaggio J, Menchaca A. Ovulatory response and luteal function after eCG administration. Anim Reprod Sci. 2014;146:111–116. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.02.017

Núñez-Olivera R, De Castro T, García-Pintos C, Bó GA, Piaggio J, Menchaca A. Ovulatory response and luteal function after eCG administration. Anim Reprod Sci. 2014;146:111–116. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.02.017

Núñez-Olivera R, Cuadro F, Bosolasco D, Brun V, Mata J, Brochado C, Meikle A, Bó GA, Menchaca A. Effect of equine chorionic gonadotropin (eCG) administration and proestrus length on ovarian response, uterine functionality and pregnancy rate in beef heifers inseminated at a fixed-time, Theriogenology, 2020; 151: 16-27. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.031.

Ongaratto FL, Rodrigues-Villamil P, Tribulo A, Bó GA. Effect of follicular wave synchronization and gonadotropin treatments on OPU outcomes. Anim Reprod. 2015;12:876–883.

Penteado L, Ayres H, Madureira EH, Reis EL, Baruselli PS. Efeito do eCG na taxa de prenhez. Acta Vet Sci. 2004;32:223.

Pessoa GA, Martini AP, Carloto GW, Rodrigues MCC, Claro I Jr, Baruselli PS, et al. Different doses of eCG on ovarian follicular growth. Theriogenology. 2016;85:792–799. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.09.057

Pinto HF, Missio D, Brum DS, Carloto GW, Martini AP, Pessoa GA, et al. Decreasing eCG dose does not affect ovarian or pregnancy responses. Anim Reprod Sci. 2020;218:106474. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106474

Ribas BN, Missio D, Roman I Jr, Neto NA, Claro I, Brum DS, Leivas FG. Superstimulation with eCG prior to OPU improves fertilization. Anim Reprod Sci. 2018;195:284–290. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.06.006

Rodríguez MC, Mussio PE, Villarraza J, Tardivo MB, Antuña S, Fontana D, Ceaglio N, Prieto C. Physicochemical characterization of recombinant eCG. Protein J. 2023. https://doi.org/10.1007/s10930-023-10092-x

Sá Filho MF, Meneghetti M, Peres RF, Lamb GC, Vasconcelos JL. Fixed-time AI in Bos indicus cows. Theriogenology. 2009;72:210–218.

Sá Filho MF, Ayres H, Ferreira RM, Marques MO, Reis EL, Silva RCP, et al. eCG enhances fertility. Theriogenology. 2010;73:651–658.

Sá Filho MF, Penteado L, Reis EL, Reis TANPS, Galvão KN, Baruselli PS. Timed AI improves performance. Theriogenology. 2013;79:625–632.

Sales JNS, Crepaldi GA, Girotto RW, Souza AH, Baruselli PS. eCG vs FSH. Anim Reprod Sci. 2011;124:12–18. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.007

Sales JNS, Bottino MP, Silva LACL, Girotto RW, Massoneto JPM, Souza JC, Baruselli PS. eCG effects in primiparous cows. Theriogenology. 2016;86:2290–2295. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.07.023

Sales JNS, Carvalho LR, Simões LMS, et al. Evolution of ovulation synchronization protocols. Anim Reprod. 2025;22:e20250048. https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2025-0048

Sartori R, Barros CM. Reproductive cycles in Bos indicus cattle. Anim Reprod Sci. 2011;124:244–250.

Seneda MM, Zangirolamo AF, Bergamo LZ, Morotti F. Follicular wave synchronization prior to OPU. Theriogenology. 2020;150:180–185. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.024

Sendag S, Cetin Y, Alan M, Hadeler KG, Niemann H. Effects of eCG and FSH on ovarian response. Anim Reprod Sci. 2008;106:208–214.

Silva-Santos KC, et al. Antral follicle populations and embryo production. Reprod Domest Anim. 2014;49:228–232. https://doi.org/10.1111/rda.12255

Singh J, Domínguez M, Jaiswal R, Adams GP. Ultrasound test to predict response. Theriogenology. 2004;62:227–243. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.09.020

Soumano K, Lussier JG, Price CA. Ovarian receptor expression. J Endocrinol. 1998;156:373–378.

Spencer TE, Forde N, Lonergan P. Conceptus elongation and pregnancy establishment. Reprod Fertil Dev.

2017;29:84–100.

Villarraza CJ, Antuña S, Tardivo MB, Rodríguez MC, Mussio P, Cattaneo L, et al. Recombinant eCG production. Theriogenology. 2021;172:8–19. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.05.013

Wiltbank MC, Gümen A, Sartori R. Physiological classification of anovulatory conditions. Theriogenology. 2002;57:21–52. https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00656-2

Yavas Y, Walton JS. Postpartum acyclicity in suckled beef cows. Theriogenology. 2000;54:25–55.

LO QUE PASA FUERA DEL POTRERO TAMBIÉN IMPORTA: fauna silvestre, ganado y patógenos

Alexandra Cravino[1,2], *, Belén Crampet[2,3], Romina Icasuriaga[2], Andrés Cabrera[2], Florencia Cancela[2], Alejandro Brazeiro[1], Santiago Mirazo[2]

1- Facultad de Ciencias, Universidad de la República, 2- Instituto de Higiene, Universidad de la República, 3- Facultad de Veterinaria, Universidad de la República

* alecravino@gmail.com

1 – RESUMEN

En los sistemas productivos, la sanidad animal suele pensarse dentro del potrero: manejo del ganado, vacunación o condiciones del terreno. Sin embargo, los animales que viven fuera del sistema productivo (zorros, jabalíes, carpinchos, ciervos, roedores pequeños e incluso murciélagos) pueden ser un factor que perjudique el estado sanitario. Estos mamíferos silvestres suelen actuar como reservorios o amplificadores y pueden modelar la dinámica de los patógenos que afectan al ganado y, en algunos casos, también a las personas. La otra cara de la moneda es que la biodiversidad suele actuar como un "escudo sanitario", como la primera línea de defensa: comunidades de fauna más diversas y ecosistemas mejor conservados pueden reducir las probabilidades de transmisión de ciertos patógenos. Sin embargo, cuando los ambientes o ecosistemas se simplifican, aparecen especies invasoras o cambian las interacciones entre especies, ese equilibrio puede alterarse y aumentar el riesgo de exposición a patógenos. Esta revisión presenta avances en la investigación sobre cómo las interacciones entre la fauna silvestre, el ganado y el ambiente influyen en la dinámica de las enfermedades en paisajes productivos. A partir de estudios realizados en Uruguay mediante cámaras trampa y análisis de patógenos, se discuten ejemplos concretos de cómo la estructura de las comunidades de mamíferos y el estado del ecosistema pueden modificar los escenarios de riesgo sanitario. Comprender qué ocurre fuera del potrero permite anticipar problemas sanitarios y pensar estrategias de manejo que integren la producción, la salud humana y animal y la biodiversidad.

PALABRAS CLAVE

Biodiversidad, enfermedades infecciosas, interacciones, salud ecosistémica.

2 – SUMMARY

In livestock production systems, animal health is usually addressed within the farm boundaries: herd management, vaccination programs, parasite control, and pasture conditions. However, animals living outside the production system, such as foxes, wild boar, capybaras, deer, rodents, or bats, also play a role in the sanitary landscape. These wild mammals can act as reservoirs, amplifiers, or even regulators of pathogens that affect livestock and, in some cases, humans. At the same time, biodiversity can function as a "sanitary shield", as the first line of defense. More diverse wildlife communities and well-preserved ecosystems may reduce the probability of transmission of certain pathogens. Conversely, when ecosystems become simplified, invasive species expand, or species interactions change, this balance may be disrupted, increasing disease risks. This review explores how interactions among wildlife, livestock, and the environment influence disease dynamics in productive landscapes. Using examples from studies conducted in Uruguay, including camera-trap monitoring and pathogen analyses, we discuss how mammal community structure and ecosystem condition can modify disease risk scenarios. Understanding what happens beyond the pasture boundaries can help anticipate sanitary problems, improve interpretation of disease emergence, and support management strategies that integrate livestock production, biodiversity conservation, and animal health.

3 – INTRODUCCIÓN

En los sistemas ganaderos, la sanidad animal suele abordarse desde variables que pueden manejarse directamente dentro del establecimiento: estado del rodeo, vacunación, carga parasitaria o calidad de las pasturas. Sin embargo, los sistemas productivos forman parte de paisajes donde interactúan animales domésticos, fauna silvestre y seres humanos.

En estos paisajes, el ganado comparte recursos con diversas especies silvestres, como aguadas, pasturas o refugios.

Estas interacciones generan interfaces ecológicas donde pueden establecerse circuitos de transmisión de patógenos entre especies (Schieltz & Rubenstein, 2016; Gordon, 2018).

Las enfermedades infecciosas emergentes reflejan esta interdependencia. Se estima que cerca del 65% de las enfermedades infecciosas emergentes en humanos son zoonóticas, y que alrededor del 75% tienen origen en fauna silvestre (Gebreyes et al., 2014; Cunningham et al., 2017). Factores como la modificación de los ecosistemas, el cambio en el uso del suelo y el aumento del contacto entre la fauna silvestre, los animales domésticos y los humanos favorecen la aparición y la circulación de estos patógenos.

Desde esta perspectiva, comprender la sanidad animal requiere ampliar la mirada más allá del potrero y considerar el funcionamiento ecológico del paisaje productivo.

3.1. La interfaz fauna silvestre–ganado

Las interacciones entre la fauna silvestre y el ganado han aumentado a nivel global debido a la expansión de la producción agropecuaria y a la transformación de los ecosistemas naturales (Schieltz & Rubenstein, 2016; Cravino et al., 2024).

Estas interacciones pueden generar: competencia por alimento y agua, cambios en la estructura de la vegetación, modificaciones en el comportamiento de las especies, transmisión de enfermedades entre fauna silvestre y animales domésticos, entre otros (para más detalles y ejemplos, recurrir a Cravino et al., 2024) (Fig. 1).

En sistemas ganaderos extensivos, como los predominantes en Uruguay, la coexistencia entre el ganado y la fauna silvestre puede generar efectos tanto negativos como positivos. La magnitud de estos efectos depende de factores como la intensidad del pastoreo, la heterogeneidad del paisaje y las prácticas de manejo productivo (Cravino et al., 2024).

4 – DESARROLLO

Ejemplos concretos de interacción entre especies de interés sanitario en Uruguay

4.1. Jabalí y ciervo axis: parásitos con impacto productivo

Las especies exóticas invasoras constituyen uno de los principales motores de cambio ecológico a escala global (Blackburn et al., 2011).

Estas especies pueden modificar la dinámica de transmisión de patógenos al alterar la estructura de las comunidades biológicas, al aumentar la abundancia de hospedadores o al modificar la frecuencia de interacciones entre especies. En Uruguay, el jabalí (*Sus scrofa*) y el ciervo axis (*Axis axis*) representan dos ejemplos claros de esto, y que han expandido notablemente su distribución y que interactúan frecuentemente con el ganado.

Un estudio reciente realizado en Uruguay, por parte de los autores de esta revisión y otros colaboradores, analizó la presencia de anticuerpos anti-Toxoplasma *gondii* y *Neospora caninum* en poblaciones de jabalí y ciervo axis. Los resultados mostraron que el 47,7% de los jabalíes presentaban anticuerpos contra *Toxoplasma gondii*, mientras que el 49,8% de los ciervos axis presentaban anticuerpos contra *Neospora caninum* (Cabrera et al., 2025).

Esto es particularmente relevante para la producción ganadera, ya que *Neospora caninum* es una de las principales causas de abortos en bovinos a nivel mundial (Dubey et al., 2007; Reichel et al., 2013). Además, *Toxoplasma gondii* es un parásito zoonótico ampliamente distribuido que infecta una gran diversidad de hospedadores intermediarios, incluidos ungulados silvestres, y cuya transmisión ocurre principalmente mediante la ingestión de ooquistes presentes en el ambiente (Tenter et

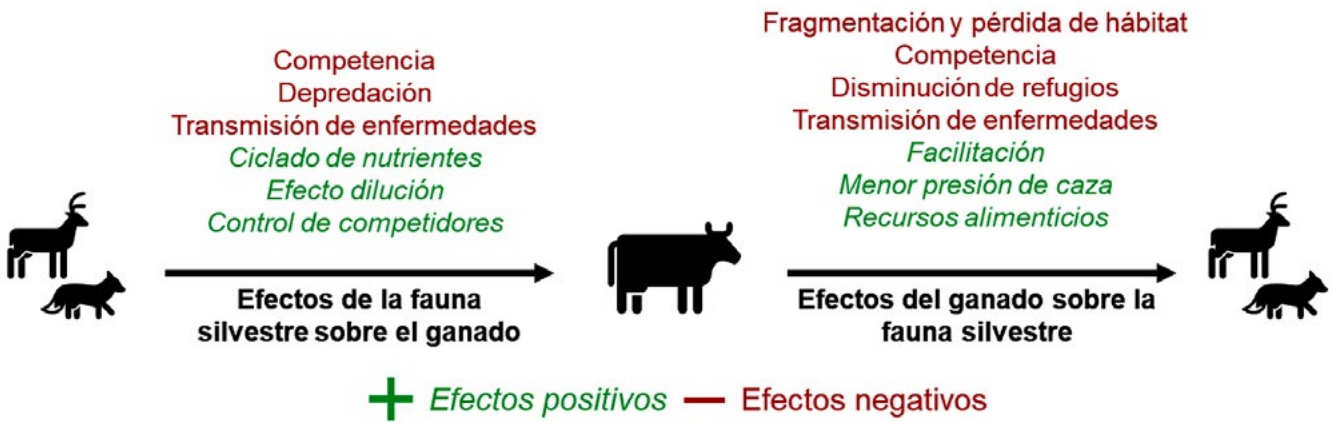


Fig. 1. Efectos vice-versa entre ganado y fauna silvestre. En gris claro y cursiva se visualizan los efectos positivos, mientras que en gris oscuro y sin cursiva los negativos. Esquema traducido y modificado de Cravino y colaboradores (2024).

al., 2000; Dubey, 2010).

Estos resultados sugieren que especies silvestres introducidas y abundantes en el paisaje rural podrían participar en la dinámica epidemiológica de patógenos relevantes para la producción.

4.2. Ciervo axis y virus de Hepatitis E: un reservorio potencial en paisajes productivos

Los autores de esta revisión y otros colaboradores analizaron también la circulación del virus de la hepatitis E (HEV) en poblaciones de ciervo axis. Los resultados mostraron una seroprevalencia de anticuerpos contra HEV del 13 % en individuos de vida libre y la presencia de ARN viral en el 68,4 % de las muestras fecales analizadas, lo que evidencia infección activa y potencial eliminación del virus al ambiente (Cancela et al., 2023). El análisis filogenético reveló además la co-circulación de cepas zoonóticas del genotipo HEV-3 junto con variantes no clasificadas similares a HEV, lo que sugiere la existencia de circuitos de transmisión complejos en ambientes

Fig. 2. Coexistencia espacial y espacio-temporal entre especies silvestres y productivas. Modificada de Cancela y colaboradores (2023).

donde interactúan fauna silvestre, ganado y posiblemente humanos (Cancela et al., 2023; Fig. 2).

El ciervo axis podría actuar como reservorio ecológico del virus, favoreciendo su mantenimiento y circulación en el paisaje, especialmente en sitios donde comparte recursos como aguadas o áreas de alimentación con otras especies domésticas y silvestres.

4.3. Nuestros ojos en el campo: cámaras trampa más allá de muestras

De forma complementaria a la toma de muestras, estos estudios incluyeron un componente de fototrampeo (Fig. 3). Mediante cámaras trampa, se evidenció la coexistencia espacial y temporal de ciervos axis, jabalíes y ganado en múltiples hábitats, incluyendo bosques nativos, cultivos, plantaciones forestales y aguadas, lo que refuerza la hipótesis de que estos puntos de contacto pueden funcionar como nodos o *hub* de transmisión de patógenos en sistemas productivos (Cancela et al., 2023; Cabrera et al., 2024; Cravino 2024; Cravino et al., 2023, 2025a, 2025b, 2025c, 2025d, 2025e). Asociada a cada estación de fototrampeo, se realizó una descripción cuantitativa del estado de la vegetación circundante (Fig. 3).

Es importante señalar que no se trata de patógenos exclusivos de la fauna silvestre, sino de agentes que ya circulan en los sistemas productivos y están presentes en el ganado. En este sentido, el ganado vacuno constituye probablemente el componente más abundante y ampliamente distribuido de la comunidad de mamíferos en gran parte del territorio nacional, lo que resulta especialmente relevante en el caso de patógenos con transmisión densodependiente, donde las altas densidades poblacionales pueden favorecer su mantenimiento y circulación (Cravino et al., 2025d, 2025e, *in prep*).

Los datos obtenidos mediante cámaras trampa refuerzan esta idea, ya que en muchos sitios el ganado aparece con una frecuencia de registros considerablemente mayor que la de cualquier otra especie, reflejando su presencia dominante en el paisaje rural (Cravino et al., 2025d, 2025e, *in prep*). Este contexto debe considerarse al interpretar la dinámica epidemiológica, evitando atribuir exclusivamente a la fauna silvestre la responsabilidad por la circulación y la expansión de la distribución de patógenos.

Al mismo tiempo, el uso de cámaras trampa permitió identificar patrones de coexistencia y proximidad temporal entre especies domésticas y silvestres (Fig. 4), analizando tanto el uso compartido de ambientes y recursos (como: aguadas, bordes de bosque o áreas abiertas) como los intervalos de tiempo entre registros de distintas especies en un mismo punto. Intervalos cortos entre detecciones pueden indicar el uso secuencial de los mismos espacios o recursos, generando oportunidades de contacto directo o indirecto que pueden facilitar la transmisión de patógenos a través del ambiente (Cravino et al., 2025e, *in prep*). Por ejemplo, durante el primer día de muestreo se registraron en una misma estación de muestreo hasta cuatro especies silvestres, además de ganado vacuno (Fig. 4).

4.4. Biodiversidad y Prevalencia de patógenos

Estos estudios sugieren que, en muchos sistemas, existe una relación inversa entre la diversidad de especies y la prevalencia de ciertos patógenos, fenómeno frecuentemente asociado al denominado efecto de dilución (Keesing et al., 2006; Ostfeld & Keesing, 2012; Keesing & Ostfeld, 2021). En este esquema, la diversidad biológica no se limita únicamente al número de especies presentes, sino también a cómo se distribuyen sus frecuencias dentro de la comunidad, incluso a cómo está el ecosistema.

Fig. 3. Ejemplo de cámara trampa colocada, con delimitaciones para la medición de la vegetación aledaña. Fuente: Cravino (Rocha, Uruguay).

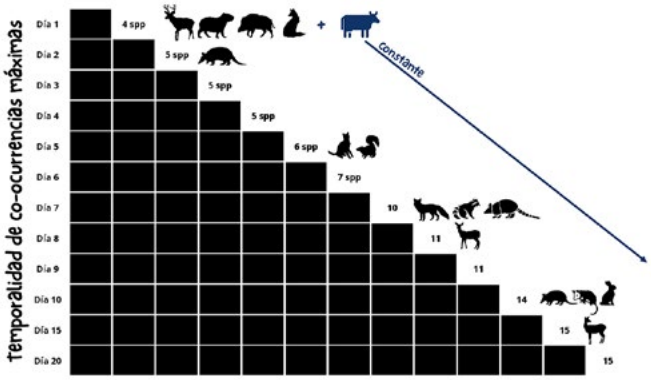


Fig. 4. Intervalos de muestreo con el máximo de detecciones secuenciales de especies silvestres y ganado en una misma cámara trampa. Modificado de Cravino y colaboradores (2025e).

En este trabajo, la diversidad de mamíferos fue evaluada mediante números de Hill (Hill, 1973; Jost, 2006; Chao et al., 2014), una familia de métricas que integra riqueza y equitatividad en un mismo marco analítico, proporcionando una medida más robusta de la diversidad efectiva de las comunidades. Los números de Hill permiten explorar diferentes dimensiones de la diversidad: q = 0 representa la riqueza de especies, q = 1 refleja la diversidad considerando la abundancia relativa de cada especie (equivalente al exponencial del índice de Shannon), y q = 2 enfatiza las especies dominantes (relacionado con el inverso del índice de Simpson; Hill, 1973; Jost, 2006; Chao et al., 2014). Este enfoque permite comparar comunidades considerando no solo cuántas especies están presentes, sino también si la comunidad está dominada por pocas especies abundantes o si las abundancias se distribuyen de forma más equilibrada.

Aplicado al estudio de comunidades de mamíferos en paisajes monitoreados, este marco resultó muy útil para evaluar cómo la estructura de las comunidades podía influir en la dinámica de los patógenos. Sistemas con baja diversidad efectiva o dominados por pocas especies abundantes (como puede ocurrir en ambientes simplificados o altamente intervenidos) podrían favorecer el mantenimiento y la transmisión de ciertos patógenos, mientras que comunidades más diversas y equilibradas podrían reducir estas probabilidades al diluir las interacciones epidemiológicamente relevantes (Cravino et al., 2025a, 2025b, 2025c, 2025d, 2025e; Fig. 5).

5 – DISCUSIÓN

Los resultados acumulados hasta el momento resaltan la importancia de considerar las interacciones espacio-temporales entre el ganado y la fauna silvestre en los programas de vigilancia sanitaria y de gestión del riesgo epidemiológico, evitando visiones simplistas que atribuyan el origen de los problemas sanitarios exclusivamente a la fauna silvestre.

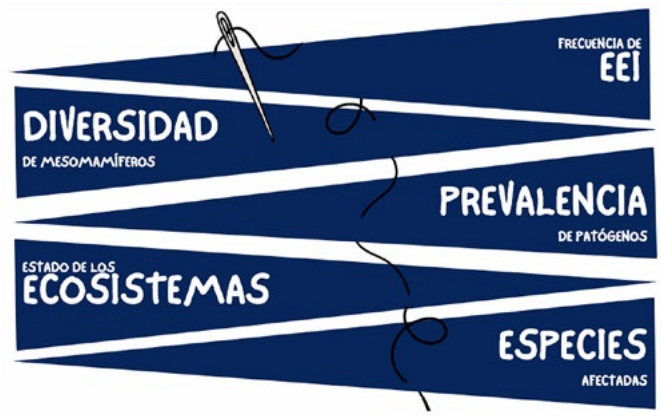


Fig. 5. Esquema de interdependencia entre factores. Modificado de Cravino y colaboradores (2025e).

5.1. Biodiversidad como escudo

Durante décadas se asumió que una mayor biodiversidad implicaba necesariamente un mayor riesgo de transmisión de patógenos. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que, en determinados contextos ecológicos, comunidades biológicas más diversas pueden reducir la transmisión de enfermedades. Este fenómeno se conoce como efecto dilución (Keesing et al., 2006; Ostfeld & Keesing, 2012; Keesing & Ostfeld, 2021) y fue demostrado para las enfermedades infecciosas mencionadas anteriormente en territorio nacional.

Las investigaciones futuras que apunten en esta dirección, deberían centrarse en identificar los mecanismos que vinculan la biodiversidad, la estructura de las comunidades y la transmisión de patógenos, e integrar estos procesos en modelos predictivos capaces de anticipar el riesgo de enfermedades en ecosistemas en transformación, especialmente frente a la pérdida de biodiversidad y las invasiones biológicas (Keesing et al., 2006; Ostfeld & Keesing, 2012).

5.2. Implicancias para la sanidad animal

Comprender las interacciones entre fauna silvestre, biodiversidad y enfermedades infecciosas tiene implicancias directas para la sanidad animal y la producción (Civitello et al., 2015). En muchos casos, la fauna silvestre es percibida únicamente como una fuente de riesgo sanitario. Sin embargo, los sistemas ecológicos funcionan de manera compleja y la relación entre biodiversidad y enfermedades no siempre es directa o lineal.

Incorporar información ecológica en la gestión sanitaria puede ayudar a anticipar escenarios de riesgo, identificar de forma temprana la emergencia de patógenos y mejorar las estrategias de manejo.

6 – CONSIDERACIONES FINALES

La sanidad animal en los sistemas productivos no depende exclusivamente de lo que ocurre dentro del establecimiento.

Las interacciones entre la fauna silvestre, el ganado y el ambiente modelan la dinámica de muchas enfermedades infecciosas.

Comprender qué ocurre fuera del potrero permite anticipar riesgos sanitarios, y diseñar estrategias de manejo más integrales.

Integrar la producción ganadera, la biodiversidad y la salud animal no solo es un desafío científico, sino también una oportunidad para avanzar hacia sistemas productivos más resilientes.

7 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Blackburn, T. M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J. T., Duncan, R. P., Jarošík, V., Wilson, J. R. U., & Richardson, D. M. (2011). A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution, 26*(7), 333–339. https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.023

Cabrera, A. M., Ruppel, F. S., Echeverría, S. E., Tomasina, R., González, F., Castro, G. A., De Brun, M. L., Cravino, A., Cancela, F., Correa, R., Altuna, M., Puentes, R., Basmadjián, Y., Robello, C. A., & Mirazo, S. (2025). Seroprevalence of *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* in free-ranging wild boar (*Sus scrofa*) and axis deer (*Axis axis*) in Uruguay. *Journal of Wildlife Diseases*. https://doi.org/10.7589/JWD-D-24-00133

Cancela, F., Cravino, A., Cabrera, A. M., Tomasina, R., González, F., Castro, G. A., De Brun, M. L., Correa, R., Altuna, M., Puentes, R., Basmadjián, Y., Robello, C. A., & Mirazo, S. (2023). First evidence of hepatitis E virus circulation in axis deer (*Axis axis*) from Uruguay. *Food and Environmental Virology*. https://doi.org/10.1007/s12560-023-09563-2

Chao, A., Chiu, C. H., & Jost, L. (2014). Unifying species diversity, phylogenetic diversity, functional diversity, and related similarity and differentiation measures through Hill numbers. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 45*, 297–324. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091540

Civitello, D. J., Cohen, J., Fatima, H., et al. (2015). Biodiversity inhibits parasites: Broad evidence for the dilution effect. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 112*(28), 8667–8671. https://doi.org/10.1073/pnas.1506279112

Cravino, A., Florencia, C., Icasuriaga, R., Cabrera, A., González, P., Bentancor, F., & Mirazo, S. (2023). Ecología del virus de la hepatitis E (HEV) en poblaciones silvestres de ciervo axis (*Axis axis*) en Uruguay. *XXXIV Jornadas Argentinas de Mastozoología*, Jujuy, Argentina.

Cravino, A., Crampet, B., Pérez, B., Rossi, S., Pintos, O., Cabrera, A., Icasuriaga, R., Cancela, F., Brazeiro, A., & Mirazo, S. (2025a). ¿Cuánto pesa la biodiversidad? Su rol silencioso en la emergencia y diseminación de zoonosis y epizootias. *IV Congreso Uruguayo de Biociencias*, Montevideo, Uruguay.

Cravino, A., Crampet, B., Icasuriaga, R., Cabrera, A., Cancela, F., Brazeiro, A., & Mirazo, S. (2025b). Ciervos fuera de lugar, patógenos en movimiento: el efecto dominó de una invasión biológica. *XXXVI Jornadas Argentinas de Mastozoología*, El Calafate, Argentina.

Cravino, A., Crampet, B., Pérez, B., Rossi, S., Pintos, O., Cabrera, A., Icasuriaga, R., Cancela, F., Brazeiro, A., & Mirazo, S. (2025c). Redes ecológicas y salud ecosistémica: el rol de la biodiversidad y las especies nodo en la ecología de enfermedades infecciosas. *I Reunión Trinacional de Ecología*, Mendoza, Argentina.

Cravino, A., Crampet, B., Icasuriaga, R., Cabrera, A., Cancela, F., Brazeiro, A., & Mirazo, S. (2025d). Mesomamíferos y patógenos en Uruguay: aportes desde la ecología de enfermedades infecciosas. *III Encuentro de Virología*, Salto, Uruguay.

Cravino, A., Crampet, B., Icasuriaga, R., Cabrera, A., Cancela, F., Brazeiro, A., & Mirazo, S. (2025e). Biodiversidad: el escudo invisible que estamos dejando caer. *I Congreso de Una Salud*, Salto, Uruguay.

Cravino, A., Perelló, A., & Brazeiro, A. (2024). Livestock–wildlife interactions: Key aspects for reconnecting animal production and wildlife conservation. *Animal Frontiers, 14*(1), 13–19. https://doi.org/10.1093/af/vfad069

Cunningham, A. A., Daszak, P., & Wood, J. L. N. (2017). One Health, emerging infectious diseases and wildlife: Two decades of progress? *Philosophical Transactions of the Royal Society B, 372*(1725), 20160167. https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0167

Dubey, J. P. (2010). *Toxoplasmosis of animals and humans*. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781420092370

Dubey, J. P., Schares, G., & Ortega-Mora, L. M. (2007). Epidemiology and control of *Neospora caninum* and neosporosis. *Clinical Microbiology Reviews, 20*(2), 323–367. https://doi.org/10.1128/CMR.00031-06

Gebreyes, W. A., Dupouy-Camet, J., Newport, M. J., Oliveira, C. J. B., Schlesinger, L. S., et al. (2014). The global One Health paradigm: Challenges and opportunities for tackling infectious diseases at the human–animal–environment interface in low-resource settings. *PLOS Neglected Tropical Diseases, 8*(11), e3257. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003257

Gordon, I. J. (2018). Review: Livestock–wildlife interactions in a changing world. *Animal, 12*(S2), s372–s382. https://doi.org/10.1017/S175173111800124X

Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences. *Ecology, 54*(2), 427–432. https://doi.org/10.2307/1934352

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos, 113*(2), 363–375. https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x

Keesing, F., Holt, R. D., & Ostfeld, R. S. (2006). Effects of species diversity on disease risk. *Ecology Letters, 9*(4), 485–498. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00885.x

Keesing, F., & Ostfeld, R. S. (2021). Impacts of biodiversity and biodiversity loss on zoonotic diseases. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 118*(17), e2023540118. https://doi.org/10.1073/pnas.2023540118

Ostfeld, R. S., & Keesing, F. (2012). Effects of host diversity on infectious disease. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 43*, 157–182. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-102710-145022

Reichel, M. P., Ayanegui-Alcérreca, M. A., Gondim, L. F. P., & Ellis, J. T. (2013). What is the global economic impact of *Neospora caninum* in cattle – The billion dollar question. *International Journal for Parasitology, 43*(2), 133–142. https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2012.10.022

Schieltz, J. M., & Rubenstein, D. I. (2016). Evidence-based review: Positive versus negative effects of livestock grazing on wildlife. *Environmental Research Letters, 11*(11), 113003. https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/11/113003

Tenter, A. M., Heckeroth, A. R., & Weiss, L. M. (2000). *Toxoplasma gondii*: From animals to humans. *International Journal for Parasitology, 30*(12–13), 1217–1258. https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00124-7

TOXOPLASMOSIS OVINA: nuevos avances en la patogenia del fallo reproductivo, en el tratamiento y en la vacunación

Ortega-Mora, L.M.*; Sánchez-Sánchez, R.; Velasco-Jiménez, N.; Regidor-Cerrillo, J.; Calero-Bernal, R.

SALUVET, Dpto. de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, España.
*luis.ortega@ucm.es

1 – RESUMEN

La toxoplasmosis ovina es una causa importante de fallo reproductivo y el consumo de carne de ovino puede suponer un riesgo de transmisión de la infección al ser humano. El estudio de la patogenia de la toxoplasmosis congénita en modelos experimentales ha permitido poner en evidencia una nueva forma clínica de presentación con características lesionales y diagnósticas diferentes a lo hasta ahora conocido. Estos modelos han sido también muy útiles para investigar nuevos fármacos y vacunas que pueden ser de gran utilidad para controlar esta enfermedad en los pequeños rumiantes pero también como modelos traslacionales para su futura aplicación en el ser humano y otras especies animales de interés.

2 – SUMMARY

Ovine toxoplasmosis is a major cause of reproductive failure, and the consumption of sheep meat can pose a risk of transmission of the infection to humans. The study of the pathogenesis of congenital toxoplasmosis in experimental models has revealed a new clinical presentation with lesional and diagnostic characteristics different from those previously known. These models have also been very useful for investigating new drugs and vaccines that could be highly effective in controlling this disease in small ruminants, as well as serving as translational models for future application in humans and other animal species of interest.

PALABRAS CLAVE: *Toxoplasma gondii*, ganado ovino, fallo reproductivo, zoonosis, tratamiento, vacunación.

3 – INTRODUCCIÓN

El parásito apicomplejo *Toxoplasma gondii* puede infectar a cualquier vertebrado homeotermo, incluido el ser humano. La infección tiene una distribución cosmopolita. La oveja es una especie muy susceptible a la infección por este protista; de hecho, la toxoplasmosis congénita se considera una de las principales causas de fallo reproductivo en esta especie doméstica en todo el mundo. Si bien la mayoría de las descripciones e investigaciones se han realizado en el ganado ovino, la toxoplasmosis tiene una importancia similar o incluso mayor como enfermedad reproductiva en la cabra. Además, la toxoplasmosis es una zoonosis relevante y la infección en los pequeños rumiantes desempeña un papel importante en su transmisión al ser humano.

3.1. El agente, su ciclo biológico y la transmisión de la infección

El gato doméstico y otros félidos son los hospedadores definitivos en el ciclo biológico de *T. gondii*. El parásito solo puede completar la parte sexual de su ciclo en estas especies; es decir, los ooquistes resistentes al medio ambiente solo se eliminan con las heces de félidos infectados. Los ooquistes, tras su esporulación en el ambiente, se transforman en infectantes para una gran variedad de especies hospedadoras intermediarias (pequeños rumiantes, porcino, aves de corral, animales sinantrópicos y silvestres como roedores y aves y el ser humano, entre otras muchas). Además de los esporozoítos contenidos en los ooquistes esporulados, existen otros dos estadios infectantes: los taquizoítos y los bradizoítos, estos últimos presentes en los quistes tisulares. Tras la infección en el hospedador intermediario, los taquizoítos invaden distintos tipos celulares donde se multiplican. Esta replicación es estrictamente intracitoplasmática en el interior de vacuolas parasitóforas. Tras varias rondas de multiplicación y una vez el hospedador desarrolla una respuesta inmunitaria protectora, el parásito forma quistes tisulares intracelulares que contienen bradizoítos con replicación lenta o nula preferentemente en el tejido cerebral, el músculo esquelético y cardíaco, o también en la retina de los hospedadores intermediarios infectados. Estos quistes posiblemente persistan durante el resto de la vida del hospedador (figura 1).

En la oveja, la transmisión horizontal de la infección por *T. gondii* se produce, principalmente, mediante la ingestión oral de ooquistes del parásito con el alimento o el

agua contaminados. Solo el 2 % de las ovejas se infectan congénitamente y el 4 % de las ovejas con infección persistente transmiten la infección a su descendencia. La reactivación de una infección crónica y la transmisión transplacentaria endógena del parásito a la descendencia se ha descrito en la cabra. También hace algunos años se propuso que la transmisión transplacentaria repetida en ovejas era más común de lo que se pensaba y algunas descripciones recientes en Brasil parecen corroborar esta hipótesis. Otros posibles modos son la transmisión venérea y la galactógena. Aun cuando estos modos de transmisión son factibles, todavía es necesario determinar en qué medida contribuyen a la infección (figura 2).

3.2. El impacto de la toxoplasmosis en la producción ovina

La infección por *T. gondii* en la oveja tiene una distribución mundial, con una prevalencia que varía ampliamente según la región. Aunque las diferencias en el diseño del estudio, el propósito del mismo, la metodología serológica y los puntos de corte aplicados dificultan o incluso imposibilitan la comparación de datos, los registros disponibles demuestran claramente que las infecciones por *T. gondii* son altamente prevalentes en pequeños rumiantes.

En el continente americano, un metaanálisis en los EE.UU. ha señalado que la seroprevalencia de la infección por *T. gondii* en cabras (30,7 %) fue mayor que en ovejas o corderos (22,0 %). Otros estudios señalan seroprevalencias en ovejas y cabras de las islas caribeñas de Dominica del 67 % y 58 %, en Granada del 48 % y del 57 %, en Montserrat del 89 % y del 80 % y en San Cristóbal y Nieves del 57 % y del 42 %. En otro estudio, se detectaron anticuerpos frente a *T. gondii* en el 44,1 % de las ovejas y el 42,8 % de las cabras en Granada y Carriacou. En Brasil, se analizaron muestras de suero de 930 ovejas en dos regiones de Rio Grande do Norte (noreste de Brasil), con diferentes condiciones climáticas, y la prevalencia estimada general fue del 22,1 %. La seroprevalencia en Argentina se sitúa entre el 10%-17,3% y en Uruguay, aunque los datos disponibles son antiguos, la seroprevalencia se ha situado en el 28,7-38,5%.

Los abortos causados por este parásito representan del 10 al 23% de los reportados en ovinos en Europa y

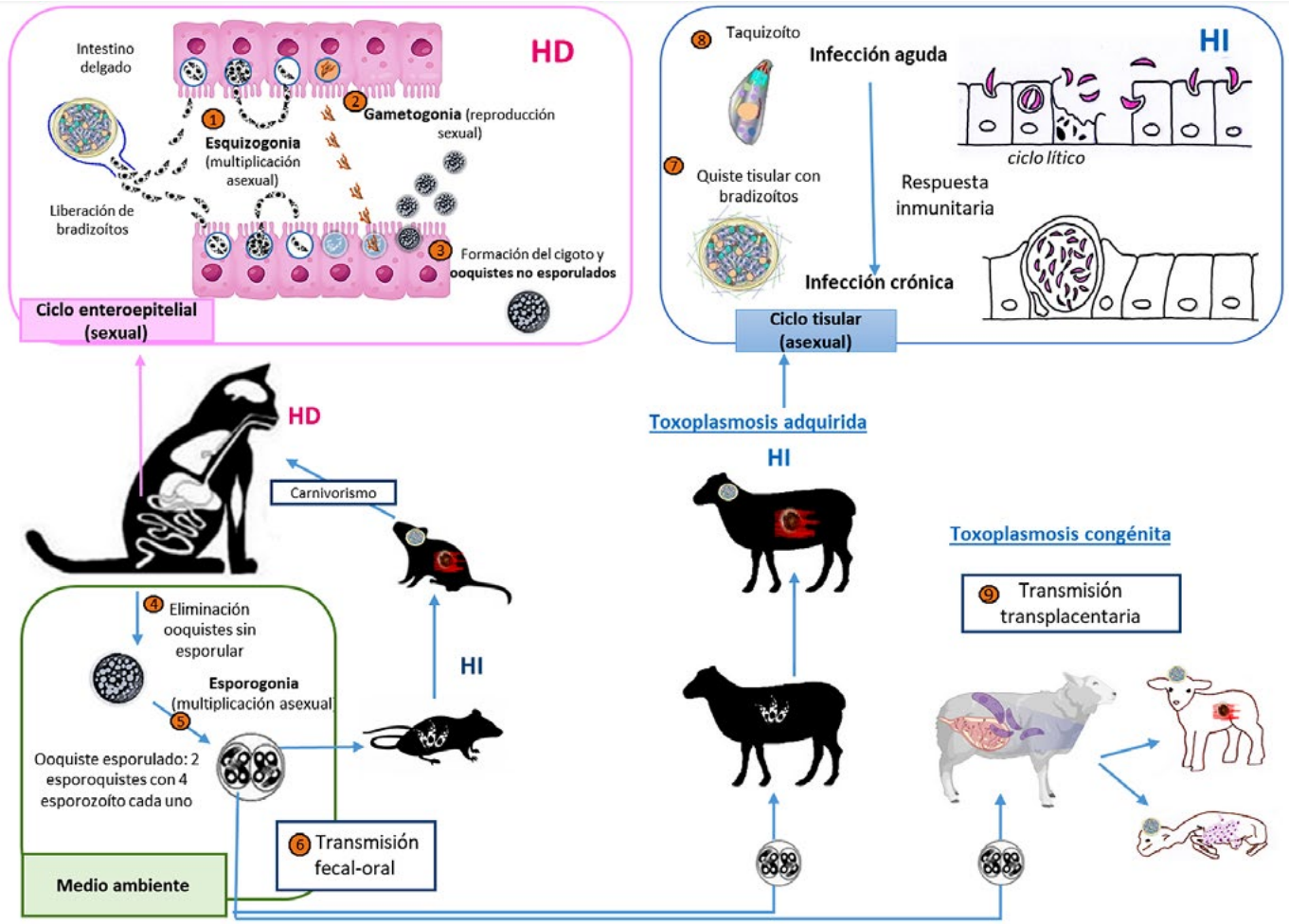


Figura 1. Ciclo biológico de *Toxoplasma gondii* y modos de transmisión de la infección en la oveja (https://somosrumis.es/enf-parasitarias).

EE.UU., y del 3 al 54% en Oriente Medio y América del Sur. Existen escasos datos relativos a países sudamericanos; un reciente estudio realizado en Uruguay demostró que *T. gondii* era el agente etiológico implicado en el 27% de los abortos ovinos estudiados. Algunos estudios sugieren que el tamaño de la explotación, el sistema de producción, la tasa de abortos y las medidas de control son los factores clave que influyen en las pérdidas económicas, las cuales varían considerablemente entre las distintas explotaciones. En España, se han calculado las pérdidas económicas directas totales en granjas con problemas de toxoplasmosis que fueron de 5.154,5 € (171,8 €/aborto) en la explotación lechera y de 4.456 € (63,6 €/aborto) en la explotación cárnica.

3.3. Nuevos avances en la patogenia del fallo reproductivo

En ganado ovino, la infección primaria por *T. gondii* debida a la ingestión de ooquistes durante la gestación puede originar el aborto, la momificación fetal, la presencia de mortinatos y el nacimiento de crías débiles. Este resultado depende en gran medida del momento en el que ocurra la infección:

- Gestación temprana: El sistema inmunitario fetal es inmaduro y la transmisión suele provocar la muerte fetal, resultando a veces en reabsorción.
- Mitad de la gestación: Suele provocar abortos o corderos mortinatos.
- Gestación tardía: Puede resultar en corderos mortinatos o en el nacimiento de corderos débiles o clínicamente normales pero infectados (figura 2).

La forma clínica de presentación más documentada y reconocida es el denominado aborto clásico, el cual se manifiesta habitualmente transcurrido al menos un mes desde que la oveja se infectó. Desde el punto de vista lesional, el aborto clásico se define por la aparición de focos necróticos multifocales distribuidos en la placenta y en órganos vitales del feto, tales como el cerebro, el hígado y los pulmones, que suelen ir acompañadas de una infiltración inflamatoria de carácter leve. En esta forma clínica, existe una correlación clara entre la presencia del parásito y el desarrollo de las lesiones; de hecho, el ADN

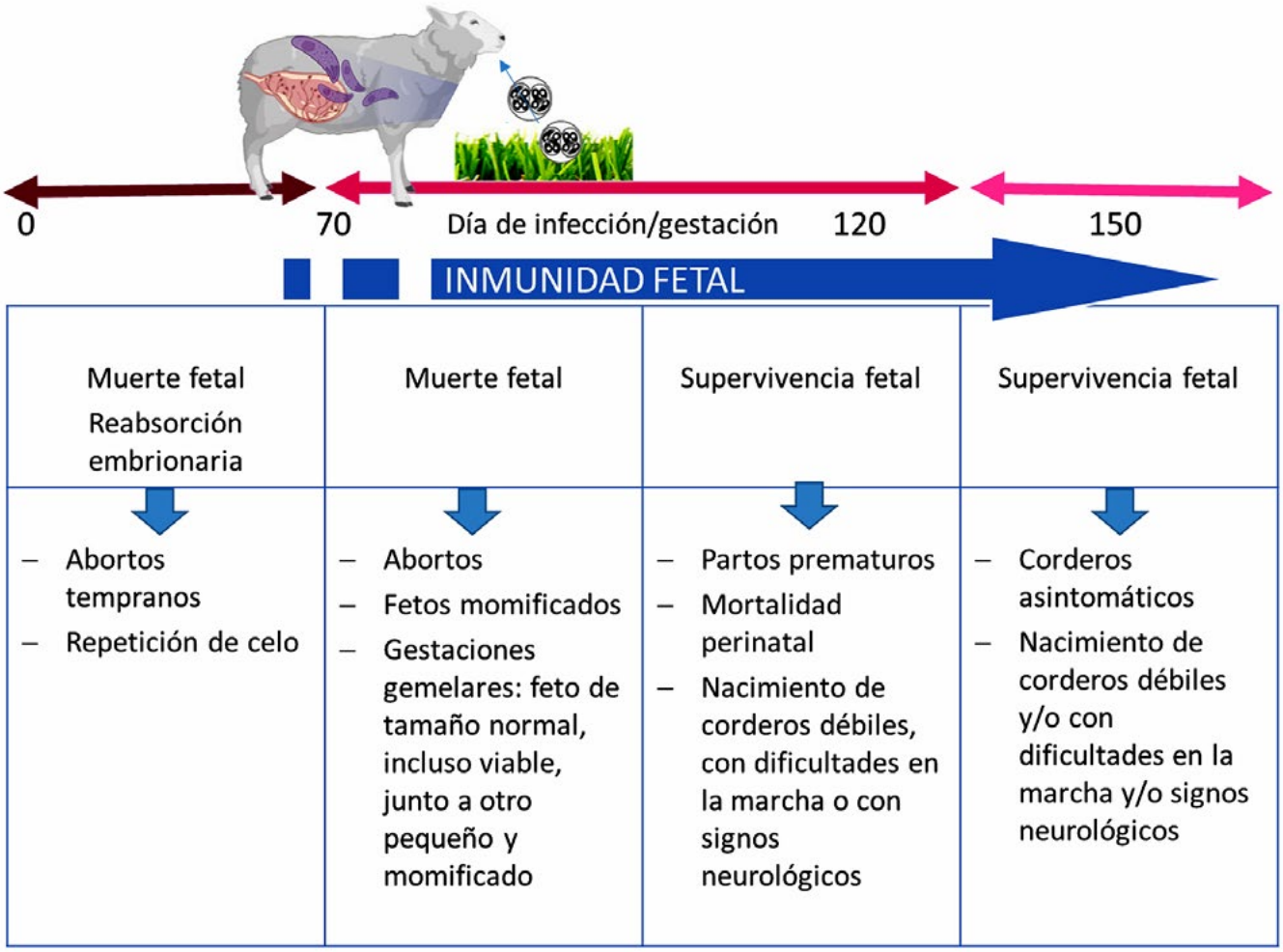


Figura 2. Patogenia y cuadro clínico de la toxoplasmosis congénita ovina.

de *T. gondii* y las alteraciones histológicas características son detectables en la placenta y los tejidos fetales a partir de los 19 a 26 días postinfección (dpi), sugiriendo que el daño es una consecuencia directa de la multiplicación parasitaria a nivel local (figura 3).

Sin embargo, en contraste con esta forma clásica, se ha identificado una presentación clínica alternativa conocida como muerte fetal temprana, la cual ocurre durante la segunda semana postinfección, específicamente entre los 7 y los 14 dpi. Esta muerte fetal temprana da lugar al denominado "aborto temprano". Estos abortos tempranos presentan características lesionales radicalmente distintas que desafían la visión tradicional de la enfermedad, siendo un signo distintivo la presencia de trombosis e infartos en la placenta. En estos casos, el daño fetal no se manifiesta como focos necrótico-inflamatorios en el sistema nervioso central, sino mediante una lesión cerebral específica denominada leucomalacia, caracterizada por la degeneración de la sustancia blanca en ausencia de reacción glial, consecuencia de la hipoxia fetal que se produce tras el daño placentario. Cuando suceden los abortos tempranos, a diferencia de la forma clásica, la detección del parásito o de su material genético en la placenta o en los tejidos del feto es extremadamente rara. Esta ausencia de carga parasitaria detectable sugiere que el mecanismo patogénico no está vinculado con la invasión directa de los tejidos fetales y placentarios por parte de los taquizoítos, sino más bien en relación con una respuesta inmunitaria proinflamatoria sistémica y exacerbada de la madre (figura 3). Investigaciones recientes indican que, tras la infección oral con ooquistes de *T. gondii*, la replicación inicial del parásito en el intestino delgado y en los ganglios linfáticos mesentéricos alcanza su punto máximo alrededor del sexto dpi, desencadenando fiebre y una cascada de mediadores inflamatorios que podría culminar en la trombosis placentaria y el consiguiente fallo reproductivo antes de que el parásito llegue a colonizar la placenta y el feto. La aparición de esta muerte fetal temprana guarda una relación estrecha con la dosis de ooquistes ingerida. Dosis de entre 10 y 1.000 ooquistes pueden desencadenar este proceso clínico, sin embargo, dosis de 1.000 ooquistes pueden provocar un 100% de mortalidad fetal temprana mientras que dosis de 10 ooquistes reduce su aparición al 20%. Asimismo, se ha constatado que esta presentación clínica se manifiesta ante la infección con cepas de *T. gondii* pertenecientes a distintos linajes genéticos (Tipos II y III y no canónicos) de *T. gondii*. Un factor determinante en la comprensión de esta forma clínica de presentación es que la muerte fetal temprana no se restringe a un periodo concreto de la gestación, habiéndose observado tras la infección de las ovejas en cualquiera de los tres tercios de la gestación, lo que subraya la vulnerabilidad del rebaño durante todo el proceso reproductivo.

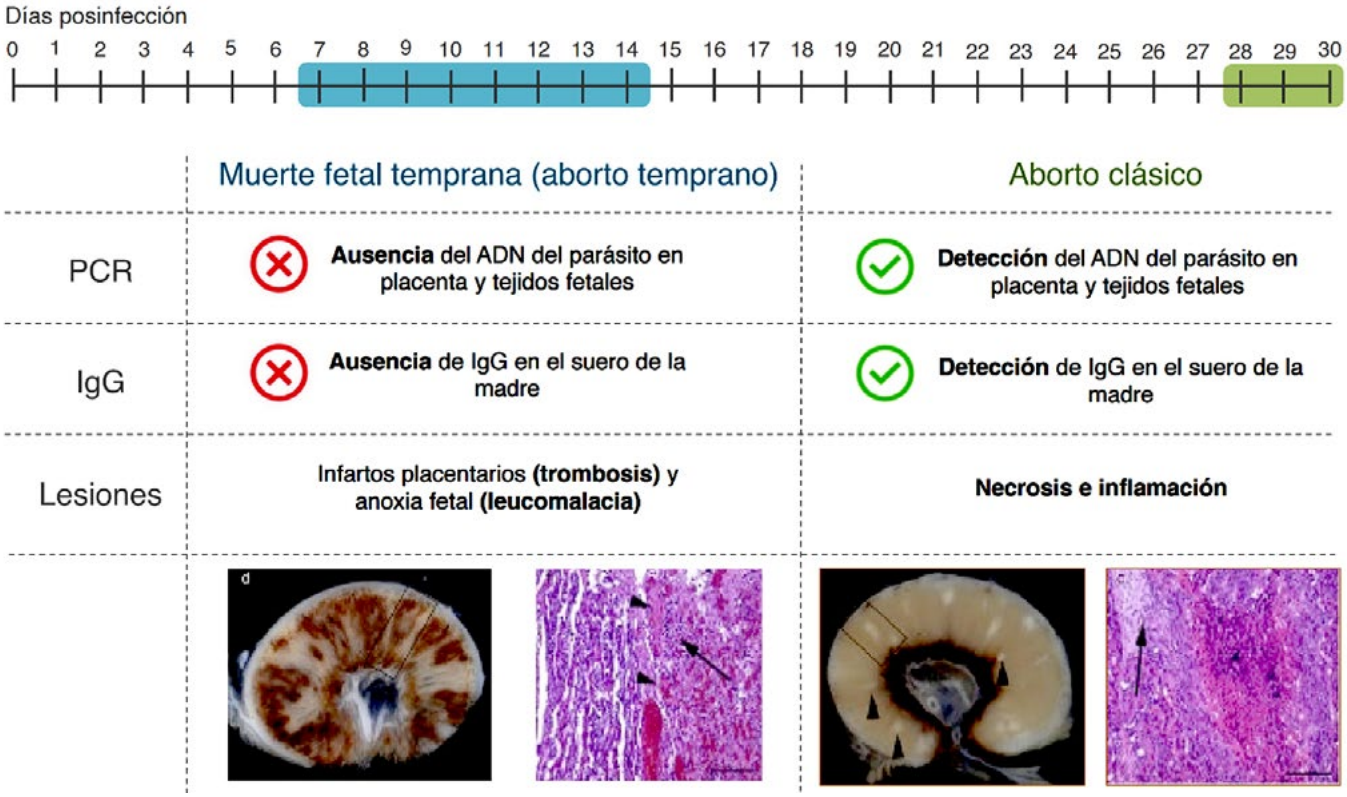


Figura 3. Diferencias temporales, diagnósticas y lesionales entre el aborto clásico y el temprano (muerte fetal temprana).

3.4. Avances en el tratamiento

Hasta el momento, se han probado en la toxoplasmosis congénita ovina diversos compuestos empleados frente a las protozoosis intestinales como la coccidiosis tales como monensina (antibiótico ionóforo), sulfametazina y pirimetamina (inhibidores de la síntesis del folato) y decoquinato (quinolona). Estos compuestos se administraron por vía oral, iniciando la dosificación previamente al desafío (uso profiláctico) y manteniendo el tratamiento hasta el parto. Se ha observado una protección limitada frente a la mortalidad fetal, situándose en torno al 40–50%, y sin impedimento para la transmisión congénita de la infección. En la Unión Europea, el decoquinato está actualmente comercializado con indicación para su administración durante brotes de toxoplasmosis en ovino. Sin embargo, su eficacia limitada tras la administración profiláctica, junto con las restricciones en el uso de profilácticos debido al riesgo de aparición de resistencias y la escasez de estudios de campo, hacen muy complicado su uso práctico. En consecuencia, resulta necesario avanzar en la búsqueda de nuevos compuestos para el control farmacológico de esta enfermedad.

En las últimas décadas se han evaluado nuevos compuestos que han surgido de dos estrategias de desarrollo de fármacos: i) el diseño de fármacos basado en dianas, fundamentado en la identificación de dianas terapéuticas que afectan a la replicación, expresión de genes, transducción de señales, metabolismo o procesos mitocondriales, entre otros, mediante bases de datos *in silico*; y ii) el cribado más tradicional de un conjunto de compuestos desarrollados frente a otras enfermedades como la malaria ("Pathogen box"), la theileriosis (buparvacuona) o lo procesos tumorales (miltefosina y los complejos organometálicos de rutenio). Estos compuestos se han evaluado frente a la fase aguda de la infección (taquizoíto) en modelos *in vitro* y algunos de ellos también en modelos murinos experimentales.

Entre los grupos de compuestos que más atención ha recibido en los últimos años destacan los inhibidores de proteínas quinasas. En particular, los de mayor interés son los denominados "Bumped Kinase Inhibitors" (BKIs), diseñados para bloquear la proteína quinasa dependiente de calcio tipo 1 (CDPK1) de los parásitos apicomplejos. La CDPK1 es una proteína esencial del parásito, implicada en procesos de señalización que conducen a la invasión celular y a la egresión del parásito. Además, no presenta homólogos en células de mamífero, lo que le confiere un elevado perfil de seguridad. Otros estudios recientes demuestran que los BKIs también bloquean la MAPKL1 del parásito. Se han sintetizado numerosos BKIs, dentro de los cuales el BKI-1748 ha mostrado un margen de seguridad adecuado en cultivo celular *in vitro*, en embriones de pez cebra y en ratones gestantes. En ovejas, el BKI-1748 administrado por vía oral ha demostrado ser seguro cuando se administra a dosis de 15 mg/kg por vía oral cada dos días con un total de 10 dosis en la mitad de la gestación. La eficacia del BKI-1748 utilizando la posología descrita anteriormente se evaluó en dos modelos ovinos gestantes de toxoplasmosis. Tras el desafío oral con una dosis elevada de ooquistes de *T. gondii* (1.000 ooquistes), la administración del compuesto a partir de 2 dpi previno el aborto y la transmisión congénita de la infección. En paralelo, el desafío con una dosis baja de 10 ooquistes, el compuesto se administró a partir de los 14 dpi, momento en el cual el parásito alcanza la placenta y la infección es ya detectable por técnicas serológicas (inmunoglobulina M). Dicha administración consiguió reducir la mortalidad perinatal (91% de corderos viables en el grupo tratado frente al 52% en el grupo no tratado) y mostró un 83% de protección frente a la transmisión congénita. Aunque los resultados obtenidos con el BKI-1748 en el modelo ovino gestante de toxoplasmosis son prometedores se requieren estudios complementarios para evaluar la administración del compuesto con la ración de alimento (la administración repetida es necesaria dado que son compuestos parasitostáticos) y también para evaluar su eficacia en condiciones de campo durante brotes por toxoplasmosis. Los prometedores resultados de eficacia del BKI-1748 en el modelo ovino gestante obtenidos tras la administración cuando se emplea como biomarcador de infección la detección de IgM así como los estudios *in vitro* que indican una escasa cardiotoxicidad (gen humano hERG) avalan la posible utilidad del compuesto para tratar la toxoplasmosis congénita en humanos y justifican la continuidad de los estudios preclínicos.

3.5. Una vacuna inactivada como herramienta de control de la toxoplasmosis congénita.

La vacunación se considera una de las principales herramientas en el control de la toxoplasmosis ovina, combinada con otras medidas como el manejo de la población de gatos y la mejora de la bioseguridad. Los requerimientos de una vacuna frente a las consecuencias de la toxoplasmosis incluyen, entre otros, una buena seguridad, el desarrollo de una respuesta inmunitaria eficaz, una producción y distribución asequible y un bajo coste de producción, unido a una eficacia razonable frente al fallo reproductivo.

Actualmente, solo existe una vacuna comercial de uso

exclusivo en ovino, Toxovax® (MSD), registrada en un número limitado de países europeos y en Nueva Zelanda frente al aborto por *T. gondii*. Toxovax® es una vacuna viva atenuada basada en taquizoítos de la cepa "incompleta" S48, que perdió su capacidad de formar quistes tisulares u ooquistes tras pases seriados en ratón. La protección de esta vacuna frente a las pérdidas reproductivas en experimentos controlados fue alta, con un 76,8% de crías viables en animales vacunados frente al 17,8% en no vacunados. Sin embargo, las principales limitaciones de Toxovax® se relacionan con su seguridad y sus limitaciones en producción-distribución; entre ellos: el riesgo de reversión a la virulencia, su administración al menos tres meses antes de la gestación para evitar consecuencias graves sobre la misma y, debido a su potencial zoonósico, el riesgo de infección para los operarios que la manipulan (en especial personas embarazadas y/o inmunodeprimidas). Por otro lado, la vida útil es corta (10 días) y se produce bajo pedido, limitando su distribución a un reducido número de países.

Por todo ello, se requieren nuevas estrategias vacunales que incluyan los siguientes requisitos:

1. Vacunas inactivadas que eliminen riesgos para el usuario, incrementen su vida útil y faciliten su distribución.
2. Eficacia demostrada frente a los diversos linajes genéticos del parásito.
3. Compatibilidad con una estrategia DIVA (Diferenciación de Animales Infectados de Vacunados).
4. Vacunas potencialmente extrapolables a más especies (pequeños rumiantes, cerdos, gatos y especies muy susceptibles como primates del Nuevo Mundo).

Recientemente, se ha evaluado la eficacia de un prototipo de vacuna inactivada, basado en un aislado recientemente obtenido, frente a las pérdidas reproductivas ocasionadas por *T. gondii* en el ovino. Este aislado demostró la capacidad de formar quistes tisulares *in vitro* de forma espontánea y, por lo tanto, incluye antígenos tanto del taquizoíto como del bradizoíto, implicados en la fase aguda y crónica de la infección, respectivamente. Este nuevo prototipo ha demostrado en ratones y lechones una reducción de la carga parasitaria superior al 90% en un modelo de toxoplasmosis adquirida. La eficacia se asoció directamente con respuestas humorales (IgG) y celulares (IFN-γ) estables y específicas.

La vacuna fue evaluada en un modelo ovino gestante en dos ensayos diferentes. En este sentido, la vacunación de ovejas gestantes no conllevó efectos adversos significativos ni impactos negativos sobre la gestación, lo que sugiere que, a diferencia de Toxovax®, esta vacuna inactivada podría usarse de forma segura en ovejas gestantes. La vacunación provocó respuestas específicas de IgG e IFN-γ que persistieron durante toda la gestación consistente con una respuesta adaptativa. El aumento de IgG tras la vacunación y el refuerzo fue similar al observado con la infección por la vacuna Toxovax®. La proporción de gestaciones viables resultó en un 100% (ensayo de vacuna 1) y un 78% (ensayo de vacuna 2) en las ovejas vacunadas/desafiadas, frente a un 50% en las ovejas no vacunadas/desafiadas. Este incremento en las gestaciones viables se asoció con un aumento significativo de corderos nacidos viables en el ensayo 1 (62,5%) y una disminución de las pérdidas fetales tempranas (es decir, abortos) en el ensayo 2 (70%). La eficacia de este prototipo radica en aumentar el número de gestaciones que llegan a término con corderos viables. Dado el elevado coste económico actual de un brote de toxoplasmosis, una protección del 50% frente a la pérdida gestacional supondría un beneficio económico muy significativo.

4 – CONCLUSIONES

La toxoplasmosis ocasionada por *T. gondii* es una de las principales causas de fallo reproductivo en los pequeños rumiantes y constituye una de las principales zoonosis de transmisión alimentaria. El estudio de los mecanismos patogénicos del aborto en el modelo experimental ovino está contribuyendo notablemente al conocimiento de la dinámica de la infección y al desarrollo de métodos diagnósticos. Finalmente, el desarrollo de herramientas de control farmacológico y vacunal, con una eficacia demostrada en el modelo experimental ovino "One Health", hacen que resulten prometedores subsiguientes pasos encaminados a su aplicación en medicina humana y de otras especies animales de interés productivo e incluso para aquellas incluidas en programas de conservación.

5 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benavides J, Fernández M, Castaño P, Ferreras MC, Ortega-Mora L, Pérez V. Ovine Toxoplasmosis: A New Look at its Pathogenesis. J Comp Pathol. 2017 Jul;157(1):34-38. doi: 10.1016/j.jcpa.2017.04.003.

Buxton D, Thomson K, Maley S, Wright S, Bos HJ (1991) Vaccination of sheep with a live incomplete strain (S48) of Toxoplasma gondii and their immunity to challenge when pregnant. Vet Rec 129:89–93. https://doi.org/10.1136/vr.129.5.89

Castaño, P., Fuertes, M., Regidor-Cerrillo, J., Ferre, I., Fernández, M., Ferreras, M. C., Moreno-Gonzalo, J., González-Lanza, C., Pereira-Bueno, J., Katzer, F., Ortega-Mora, L. M., Pérez, V., & Benavides, J. (2016). Expe-

rimental ovine toxoplasmosis: influence of the gestational stage on the clinical course, lesion development and parasite distribution. Veterinary Research, 47(1), 43. https://doi.org/10.1186/s13567-016-0327-z

Dorsch MA, Francia ME, Tana LR, González FC, Cabrera A, Calleros L, Sanguinetti M, Barcellos M, Zarantonelli L, Ciuffo C, Maya L, Castells M, Mirazo S, da Silva Silveira C, Rabaza A, Caffarena RD, Doncel Díaz B, Aráoz V, Matto C, Armendano JI, Salada S, Fraga M, Fierro S, Giannitti F. Diagnostic Investigation of 100 Cases of Abortion in Sheep in Uruguay: 2015-2021. Front Vet Sci. 2022 May 19;9:904786. doi: 10.3389/fvets.2022.904786

Dubey JP (2022) Toxoplasmosis of animals and humans, 3rd edn. CRC Press, Boca Raton.

Dubey JP, Murata FHA, Cerqueira-Cézar CK, Kwok OCH, Su C (2020) Economic and public health importance of Toxoplasma gondii infections in sheep: 2009-2020. Vet Parasitol 286:109195. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109195.

Gutiérrez-Expósito D, Tejerina F, Gutiérrez J, Fernández-Escobar M, Ortega-Mora LM, Mantecón AR, Dagleish MP, Pérez V, Benavides J. Direct economic losses of Toxoplasma gondii abortion outbreaks in two Spanish sheep flocks. Vet Parasitol Reg Stud Reports. 2021 Dec;26:100623. doi: 10.1016/j.vprsr.2021.100623.

Largo-de la Torre A, Sánchez-Sánchez R, Diezma-Díaz C, Ferre I, Regidor-Cerrillo J, Ortega-Mora LM (2025) An inactivated vaccine against acquired Toxoplasma gondii infection in pigs as a tool to minimize the zoonotic transmission risk. Vet Res 56:206. https://doi.org/10.1186/s13567-025-01645-2.

Regidor-Cerrillo J, Largo-de la Torre A, Sánchez-Sánchez R, Ferre I, Moreno-Gonzalo J, Ortega-Mora LM. A safe and efficacious inactivated vaccine aids prevent reproductive failure associated with congenital toxoplasmosis in ovine. Vet Res. 2026 Mar 19;57(1):40. doi: 10.1186/s13567-026-01720-2.

Sánchez-Sánchez, R., Ferre, I., Re, M., Ferreras, M. C., Martínez-García, C., Hemphill, A., & Ortega-Mora, L. M. (2019). Virulence in mice of a Toxoplasma gondii Type II isolate does not correlate with the outcome of experimental infection in pregnant sheep. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology, 9, 280. https://doi.org/10.3389/fcimb.2019.00280

Sánchez-Sánchez R, Horcajo P, Fernández M, Arranz-Solís D, Velasco-Jiménez N, Re M, Gutiérrez-Expósito D, Valdivia G, Alonso-Diez A, Benavides J, Ortega-Mora LM. Early dynamics of Toxoplasma gondii infection in sheep inoculated at mid-gestation with archetypal type II oocysts. Vet Res. 2025 Jul 1;56(1):134.

Sánchez-Sánchez R, Huertas-López A, Largo-de la Torre A, Ferre I, Dini FM, Re M, Moreno-Gonzalo J, Choi R, Hulverson MA, Ojo KK, Arnold SLM, Hemphill A, Van Voorhis WC, Ortega-Mora LM. Treatment with BKI-1748 after Toxoplasma gondii systemic dissemination in experimentally infected pregnant sheep improves fetal and lamb mortality and morbidity and prevents congenital infection. Antimicrob Agents Chemother. 2025 Feb 13;69(2):e0144824. doi: 10.1128/aac.01448-24.

Sánchez-Sánchez R, Imhof D, Hecker YP, Ferre I, Re M, Moreno-Gonzalo J, Blanco-Murcia J, Mejías-López E, Hulverson MA, Choi R, Arnold SLM, Ojo KK, Barrett LK, Hemphill A, Van Voorhis WC, Ortega-Mora LM. An Early Treatment With BKI-1748 Exhibits Full Protection Against Abortion and Congenital Infection in Sheep Experimentally Infected With Toxoplasma gondii. J Infect Dis. 2024 Feb 14;229(2):558-566. doi: 10.1093/infdis/jiad470.

Sánchez-Sánchez R, Vázquez P, Ferre I, Ortega-Mora LM. Treatment of Toxoplasmosis and Neosporosis in Farm Ruminants: State of Knowledge and Future Trends. Curr Top Med Chem. 2018;18(15):1304-1323. doi: 10.2174/1568026618666181002113617.

Stelzer S, Basso W, Benavides Silván J, Ortega-Mora LM, Maksimov P, Gethmann J, Conraths FJ, Schares G. Toxoplasma gondii infection and toxoplasmosis in farm animals: Risk factors and economic impact. Food Waterborne Parasitol. 2019 Apr 3;15:e00037.

Vallejo, R., Benavides, J., Arteche-Villasol, N., Sánchez-Sánchez, R., Calero-Bernal, R., Ferreras, MC., Criado, M., Pérez, V., Ortega-Mora, LM., Gutiérrez-Expósito, D. (2023). Experimental infection of sheep at mid-pregnancy with archetypal type II and type III Toxoplasma gondii isolates exhibited different phenotypic traits. Veterinary Parasitology 315:109889. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109889.

Posters

NEUMONÍA ENZOÓTICA EN TERNERAS HOLANDO EN UN SISTEMA DE PASTOREO DE ALTA ROTACIÓN

Marcela Preliasco[1]*, Ximena Salaberry[1], Diego Fontes[2], Laureana de Brun[3], Leticia Diana[3], Florencia Pieruccioni[1], Joaquín Armua[1], Beatriz Rodríguez[1], Florencia Domínguez[1], Justin Auscarriaga[1], Lorena Bonjour[1], Natalia Montaldo[1]

1- División de Laboratorios Veterinarios "Miguel C. Rubino", Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Ruta 8, Km 17,500, Montevideo, Uruguay.
*Autor de correspondencia: mpreliasco@mgap.gub.uy.
2- Ejercicio liberal, Medicina veterinaria, Colonia, Uruguay.
3- Unidad de Microbiología, Departamento de Patobiología, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Ruta 8, Km 18, Montevideo, Uruguay.

RESUMEN

Se describe un brote de neumonía enzoótica bovina ocurrido en un establecimiento lechero de Colonia, Uruguay. El episodio afectó a terneras Holando de 11 meses de edad en un sistema de pastoreo rotativo con alta carga animal. Se registró una morbilidad de 11,4% y una mortalidad de 6,6%. Se realizó la eutanasia y necropsia de un animal enfermo que presentaba decúbito, debilidad, deshidratación y disnea. Los hallazgos de necropsia e histopatología evidenciaron bronconeumonía fibrino-supurativa y necrotizante severa con un absceso pulmonar. En pulmón se aisló *Mannheimia haemolytica* sensible a enrofloxacina. Las características clínicas y epidemiológicas de este brote resaltan las implicancias que el pastoreo con altas cargas animales puede tener sobre la salud de los rodeos. Asimismo, se destaca la importancia de aplicar una metodología diagnóstica sistemática y completa en el abordaje de brotes de mortalidad.

SUMMARY

An outbreak of enzootic bovine pneumonia that took place in a dairy farm in Colonia, Uruguay is described. The episode affected 11-month-old Holstein heifers under a rotational grazing system with high stocking rate. Morbidity and mortality rates were 11.4% and 6.6%, respectively. Euthanasia and necropsy were performed on an affected animal showing recumbency, weakness, dehydration, and dyspnea. Necropsy and histopathological findings revealed severe fibrino-suppurative and necrotizing bronchopneumonia with a pulmonary abscess. *Mannheimia haemolytica* susceptible to enrofloxacin was isolated from lung tissue. The clinical and epidemiological characteristics of this outbreak highlight the implications that grazing under high stocking rates may have on herd health. Likewise, the importance of applying a systematic and comprehensive diagnostic approach when investigating mortality outbreaks is emphasized.

INTRODUCCIÓN

La neumonía enzoótica bovina es una enfermedad multifactorial que afecta principalmente a bovinos jóvenes en sistemas de producción intensivos (Panciera & Confer, 2010). Constituye un claro ejemplo de los efectos que pueden generar los desequilibrios en la tríada epidemiológica huésped–agente–medio ambiente. Para que se desencadene la enfermedad suele existir un antecedente de estrés ambiental (transporte, destete, agrupamiento de animales de diferentes orígenes, inclemencias climáticas, etc.), que provoca alteraciones en el medio interno, tales como aumento de los niveles de cortisol, disminución de anticuerpos circulantes e inhibición de la blastogénesis linfocitaria, entre otros (López & Martinson, 2017; Panciera & Confer, 2010). Estas condiciones favorecen la aparición de infecciones virales respiratorias, particularmente Parainfluenza 3, Herpesvirus bovino (BoHV), Diarrea viral bovina (DVB) y virus respiratorio sincitial bovino (López & Martinson, 2017; Panciera & Confer, 2010). Estos agentes desempeñan un rol etiológico primario en esta enfermedad, ya que replican en las células epiteliales de las mucosas bronquial y bronquiolar, provocando lesiones que facilitan la proliferación de bacterias comensales de la orofaringe en el tracto respiratorio inferior. Las especies bacterianas más frecuentemente asociadas a este proceso son *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni*, *Mycoplasma bovis* y *Trueperella pyogenes*. La bronconeumonía supurativa bacteriana es, en última instancia, la responsable de la mortalidad de los animales (Caswell & Williams, 2016; López & Martinson, 2017; Panciera & Confer, 2010).

El objetivo de este trabajo es describir un brote de neumonía enzoótica bovina ocurrido en un rodeo manejado bajo un sistema de pastoreo rotativo con alta dotación animal.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

En febrero de 2026 el Departamento de Patobiología de DILAVE Montevideo recibió una consulta respecto a un brote de mortalidad en terneras Holando de 11 meses de edad. El brote ocurrió en un establecimiento lechero localizado en la segunda seccional policial de Colonia. El rodeo, compuesto por 166 animales, pastoreaba de manera rotativa parcelas de cuatro hectáreas de pradera de segundo año (dotación ≈ 25 UG/ha), cambiando de parcela cada tres o cuatro días. Además, dispone de comederos con ración de recría suplementada con sales minerales y bebederos con agua de buena calidad.

En la recorrida de la mañana del 26 de febrero se encontraron ocho terneras muertas en decúbito lateral. Además, dos animales enfermos en decúbito con depresión. Al otro día se detectaron otros diez animales enfermos, en algunos de los cuales predominaron los signos neurológicos (depresión, marcha lenta con retraso respecto al lote, disminución de la respuesta a estímulos durante el arreo, ataxia, debilidad y decúbito), y en otros el cuadro respiratorio (disnea, fatiga). En primera instancia el diagnóstico presuntivo fue intoxicación por *Amaranthus quitensis* ("yuyo colorado"), especie abundante en las márgenes de las parcelas pastoreadas. El 27 de febrero técnicos de DILAVE concurrieron al establecimiento para realizar la necropsia y toma de muestras de una ternera enferma. La misma permanecía en decúbito esternal, con debilidad e imposibilidad para incorporarse desde el día anterior. Al momento de la visita presentaba signos de deshidratación (enoftalmia), fatiga y disnea. Se practicó eutanasia y necropsia. Macroscópicamente se observaron áreas de hepatización pulmonar que abarcaban aproximadamente el 80% del lóbulo craneal izquierdo y el 60% del lóbulo craneal derecho (Figura 1A). Además, la presencia de un absceso de 4,5 cm de diámetro en el lóbulo craneal izquierdo, adherido a las paredes de la cavidad torácica por bridas de fibrina (Figura 1B). La pleura se encontraba opaca, engrosada, con filamentos de fibrina en la superficie y múltiples adherencias a la parrilla costal. En corazón, engrosamiento de pericardio con bridas de fibrina en su superficie, parcialmente adherido por la inflamación fibrinosa al absceso pulmonar. El miocardio presentaba una coloración clara, opaca. No se observaron otros hallazgos macroscópicos de significación patológica. Se tomaron muestras de pulmón, hígado, bazo, linfonódulos mediastínicos y mesentéricos, que fueron remitidas al Laboratorio de Bacteriología donde fueron procesadas para cultivo, aislamiento, tipificación y antibiograma. Además, se colectaron muestras de hígado, pulmón, riñón, corazón, bazo, pre-estómagos, abomaso, duodeno, yeyuno, íleon, ciego, colon, recto y sistema nervioso central que fueron fijadas en formol bufferado 10% para histopatología. Se remitieron muestras de sangre y pulmón a la Unidad de Microbiología de la Facultad de Veterinaria (UdelaR) donde se realizó PCR para diagnóstico molecular del virus de la DVB y *Mycoplasma* spp., y nested PCR para BoHV 1 y 5.

Dos días después, el veterinario actuante practicó la necropsia a dos terneras que habían aparecido muertas en el campo. En ambos animales se observaron lesiones de hepatización pulmonar con distribución cráneo-ventral, compatibles con bronconeumonía. El 3 de marzo se detectó un animal con poliartritis en los cuatro miembros. La morbilidad y mortalidad registradas durante el brote fueron de 11,4% y 6,6%, respectivamente.

En las muestras de pulmón se logró el aislamiento bacteriológico de *Mannheimia haemolytica*. A la histo-

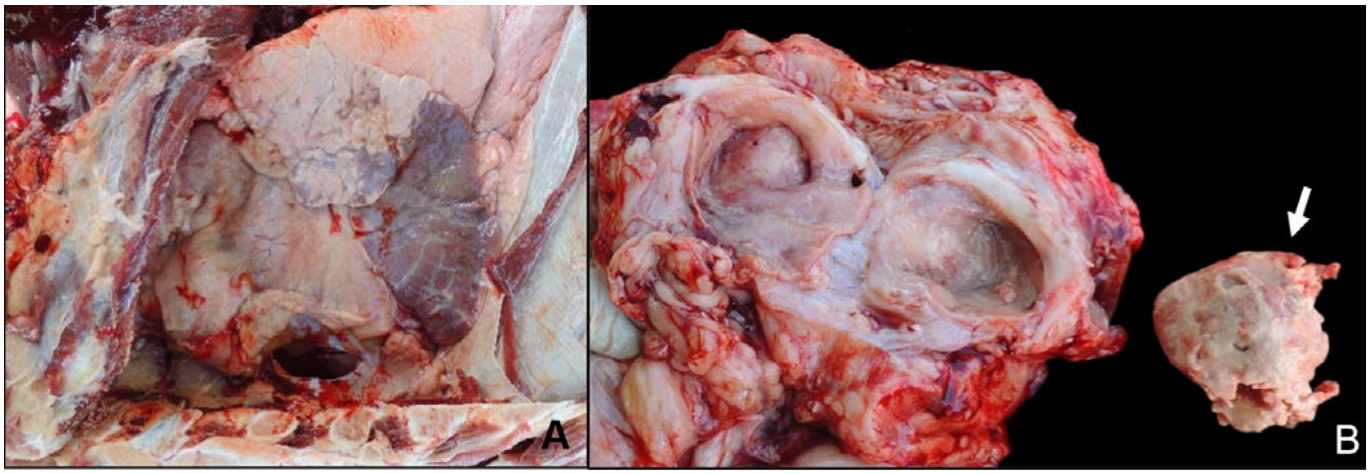


Figura 1. Hallazgos de necropsia. A: al abordaje de la cavidad torácica se observó hepatización pulmonar, opacidad pleural y una exhuberante inflamación fibrinoide con aherencias afectando la pleura y el pericardio. B: detalle del absceso pulmonar observado en lóbulo craneal izquierdo, con una gruesa cápsula fibrosa y contenido semi-sólido (flecha).

patología se observó en pulmón, bronconeumonía fibrino-supurativa y necrotizante, multifocal a coalescente, severa, con neutrófilos viables y degenerados en los alvéolos, "células en avena", áreas de necrosis coagulativa, hemorragias y múltiples colonias bacterianas intralesionales. Además, se observó la presencia de un absceso formado por un centro de necrosis licuefactiva con abundantes neutrófilos viables y degenerados, rodeado por inflamación piogranulomatosa y tejido de granulación, delimitado periféricamente por una cápsula fibrosa bien desarrollada. El resto de los órganos evaluados no presentaron lesiones de significación patológica. Las muestras de sangre y pulmón resultaron negativas a las pruebas de detección molecular de *Mycoplasma* spp., DVB, y BoHV 1 y 5.

Tras la primera necropsia se instauró un tratamiento parenteral con enrofloxacina, cuya elección fue posteriormente respaldada por los resultados del antibiograma. Luego de su implementación se observó la remisión del cuadro clínico en todos los animales afectados y no se registraron nuevas muertes.

DISCUSIÓN

Los sistemas de manejo basados en el pastoreo rotativo con alta dotación animal representan una práctica ampliamente difundida en nuestro país. Una de las principales ventajas de este sistema es la optimización del aprovechamiento de las pasturas, mediante la alternancia de períodos de pastoreo intensivo con períodos de descanso para el forraje (Reinosso Ortíz & Soto Silva, 2006). Sin embargo, las situaciones de alta carga animal pueden constituir una fuente de estrés para los animales, a la vez que se favorece la transmisión de agentes infecciosos. En este caso en particular, la elevada dotación animal probablemente constituyó un factor determinante para la aparición súbita del brote de neumonía enzoótica con una elevada morbilidad.

Las características clínicas y epidemiológicas observadas en este brote evidencian las diferentes formas de presentación que una enfermedad puede adoptar en un rodeo, predisponiendo al técnico veterinario a cometer errores en el diagnóstico presuntivo. En este caso, el primer hallazgo fue la muerte súbita de ocho animales, un evento comúnmente asociado a cuadros de intoxicaciones agudas (ej. solanáceas, nitratos y nitritos, glucósidos cianogenéticos, cianobacterias) o infecciones bacterianas como carbunco o toxemias clostridiales (Odriozola, 2000). Posteriormente, las manifestaciones clínicas y hallazgos de necropsia del primer animal examinado podrían haberse interpretado como un cuadro de neumonía abscedativa individual (ej. secundaria a pericarditis traumática o neumonía por aspiración) (Caswell & Williams, 2016; López & Martinson, 2017). Sin embargo, la realización de dos necropsias adicionales permitió confirmar la neumonía como un hallazgo común entre los animales enfermos. Estos aspectos resaltan la importancia de aplicar una metodología sistemática basada en necropsias completas y análisis de laboratorio, así como la examinación de más de un animal en brotes colectivos (Maxie & Miller, 2016). Evitar sesgos metodológicos derivados de un diagnóstico presuntivo inicial facilita la identificación temprana del agente etiológico y la instauración oportuna del tratamiento, reduciendo así las pérdidas económicas asociadas a las enfermedades.

El diagnóstico etiológico fue el resultado del aislamiento bacteriológico de las muestras colectadas en la necropsia, y estuvo respaldado por la eficacia que presentó el tratamiento instaurado. Los virus actúan como agentes etiológicos primarios en esta enfermedad. Sin embargo, su efecto patológico no fue evidente en la histología en este caso. Esto se produce porque las bronconeumonías bacterianas secundarias suelen enmascarar las lesiones virales primarias (Caswell & Williams, 2016; López & Martinson, 2017). En este contexto, las técnicas de diagnóstico molecular adquieren particular relevancia, ya que permiten detectar la presencia de agentes virales, aún en ausencia de lesiones histológicas características (Maxie & Miller, 2016). La identificación viral resulta fundamental para comprender la dinámica etiológica de los brotes respiratorios y orientar la implementación de medidas sanitarias adecuadas, particularmente los programas de vacunación. En el presente caso se realizó PCR para la detección molecular de BoHV y DVB con resultado negativo en ambos casos.

CONCLUSIONES

En el contexto de un sistema intensivo con alta dotación animal y pastoreo rotatorio, se detectó un brote de neumonía enzoótica bovina asociado a *Mannheimia haemolytica*, lo que permitió observar cómo el manejo bajo estas condiciones puede favorecer la transmisión de agentes infecciosos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caswell, J. L., & Williams, K. J. (2016). Respiratory System. En: Maxie, G. (2016). Jubb, Kennedy & Palmer's pathology of domestic animals: volume 2. Elsevier health sciences.

López, A., & Martinson, S. A. (2017). Respiratory System, Mediastinum, and Pleurae. Pathologic Basis of Ve-

terinary Disease, 471–560.e1.

Maxie, M. G., & Miller, M. A. (2016). Introduction to the Diagnostic Process. En: Maxie, G. (2016). Jubb, Kennedy & Palmer's pathology of domestic animals: volume 1. Elsevier health sciences.

Odriozola, E. R., & Phill, M. (2000). Muerte súbita: diferentes etiologías.

Panciera, R. J., & Confer, A. W. (2010). Pathogenesis and pathology of bovine pneumonia. The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice, 26(2), 191.

Reinosso Ortíz, V., & Soto Silva, C. (2006). Cálculo y manejo en pastoreo controlado. II) Pastoreo rotativo y en franjas. Revista Veterinaria, Montevideo, 41(161-162), 15-24.

IR AL INDICE

ABORTO BOVINO CAUSADO POR *Staphylococcus aureus* EN TACUAREMBÓ, URUGUAY

Cintia R.R. Queiroz Machado[1]*, Fabiana Paula[2], Fabiana López[2], Mizael Machado[3], Alejo Menchaca[3] y Franklin Riet-Correa[4]

1- Centro Universitario Regional (CENUR) Noreste, Universidad de la República (UdelaR), Tacuarembó, Uruguay.
*Autor de correspondencia: cintiaregina.q@gmail.com
2- DILAVE Miguel C. Rubino, MGAP, Tacuarembó, Uruguay.
3- Plataforma de Investigación en Salud Animal (PSA), Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Tacuarembó, Uruguay.
4- Programa de Posgrados, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República (UdelaR), Montevideo, Uruguay.

RESUMEN

Se describe un caso de aborto bovino asociado a la infección por *Staphylococcus aureus* en una vaca primípara en el departamento de Tacuarembó, Uruguay. El feto, de 7 meses de gestación, presentó microscópicamente una bronconeumonía exudativa neutrofílica y linfocítica difusa moderada. El diagnóstico se confirmó mediante el aislamiento de *S. aureus* en cultivo puro a partir de muestras de pulmón y líquido abomasal. Las pruebas de sensibilidad revelaron que la cepa es resistente a la ampicilina y ceftazidima. Se trata de una causa esporádica de aborto bovino, previamente descrita únicamente en ganado lechero en Uruguay.

SUMMARY

A case of bovine abortion associated with infection by *Staphylococcus aureus* is described in a primiparous cow in the department of Tacuarembó, Uruguay. The 7-month-gestation fetus showed, microscopically, a moderate diffuse neutrophilic and lymphocytic exudative bronchopneumonia. The diagnosis was confirmed by isolating *S. aureus* in pure culture from lung and abomasal fluid samples. Antimicrobial susceptibility testing revealed that the strain was resistant to ampicillin and ceftazidime. This represents a sporadic cause of bovine abortion, previously described only in dairy cattle in Uruguay.

INTRODUCCIÓN

Diversas bacterias oportunistas como *Escherichia. coli*, *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Bacillus* sp. y *Pseudomonas* spp. (Clothier & Anderson, 2016; Campero et al. 2018: Matias-Rioseco et al., 2020; Henker et al., 2022) pueden causar abortos esporádicos en bovinos. *Staphylococcus aureus* es una bacteria gram positiva que coloniza comúnmente la piel y las mucosas. En bovinos, es una de las bacterias más frecuentemente asociadas a mastitis clínica y subclínica (De Los Santos et al., 2022); sin embargo, su papel como agente abortigénico es infrecuente y se considera una causa esporádica de pérdida fetal (Henker et al., 2020). El presente trabajo reporta los hallazgos patológicos y bacteriológicos de un aborto bovino causado por *S. aureus* en el departamento de Tacuarembó.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El aborto ocurrió en un establecimiento libre de brucelosis de cría y recría en el departamento de Tacuarembó, con 124 vacas en el lote afectado, donde la tasa de aborto se mantiene entre 1 y 2 % al año. Solo una vaca había abortado y esa no presentó signos clínicos antes ni después del aborto. Se trataba de una vaca Angus de 34 meses, primípara, con una edad gestacional aproximada de 7 meses. Había sido inseminada y, tras la detección de celo, se realizó un repaso con monta natural. La vaca había sido vacunada previamente al entore con dos dosis, con un intervalo de 30 días entre ambas, de una vacuna inactivada que incluía herpesvirus bovino tipo 1 (BoHV-1), virus de la diarrea viral bovina (BVDV) y cepas bacterianas de *Campylobacter fetus* subsp. *fetus*, *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis*, *Histophilus somni* y *Leptospira interrogans* serovar *Pomona*. Se realizó la autopsia de un feto bovino hembra con estado leve de autólisis, pesando 10 kg y con una longitud cráneo-coxígea de 64 cm. La investigación del aborto incluyó la evaluación de la historia clínica, exámenes macroscópicos e histopatológicos, cultivos bacteriológicos para *Brucella* spp., *Campylobacter* spp., *Tritrichomonas foetus*, *Salmonella* spp. y bacterias aerobias, y la prueba directa de anticuerpos fluorescentes en hígado, pulmón y líquido abomasal para *Campylobacter fetus*. Además, se realizaron pruebas moleculares para la detección de *BoHV-1*, *BVDV*, *Leptospira* spp., *Neospora caninum* y *Tritrichomonas* spp. Además, se realizaron análisis moleculares para

la detección de *Mycoplasma bovis*, *Mycoplasma bovigenitalium* y *Ureaplasma diversum* en pulmón. No fueron observadas alteraciones macroscópicas de significado. Histológicamente, el pulmón evidenció bronconeumonía exudativa neutrofílica y linfocítica difusa moderada con congestión y hemorragia multifocal. Se aisló *S. aureus* en pulmón y líquido abomasal. El perfil de susceptibilidad antimicrobiana del aislado del líquido abomasal mostró resistencia a ceftazidima (30 µg) y ampicilina (10 µg). Las demás pruebas auxiliares realizadas resultaron negativas, excepto la prueba molecular para *Neospora caninum*, que resultó positiva en el cerebro, aunque no se identificaron lesiones histológicas compatibles tras una evaluación exhaustiva. Con base en lo expuesto, se estableció el diagnóstico de aborto causado por *S. aureus*.

DISCUSIÓN

Los hallazgos patológicos y el aislamiento en cultivo puro de *S. aureus* en muestras frescas de pulmón y líquido abomasal permitieron diagnosticar un caso esporádico de aborto por *S. aureus* en ganado de carne en el departamento de Tacuarembó. Las bacterias oportunistas no se consideran causas principales de pérdida fetal; sin embargo, se presentan con frecuencia como causas de aborto esporádico. En este contexto, se ha reportado que los agentes oportunistas representan el 21,5% de las pérdidas fetales de etiología infecciosa en ganado lechero en Uruguay (Matias-Rioseco et al., 2020) y el 20,5% de los fetos procesados con diagnóstico de causa infecciosa en bovinos en Argentina (Campero et al., 2003). En un estudio realizado en Brasil (Henker et al., 2022), bacterias del género *Staphylococcus* spp. fueron las bacterias oportunistas más frecuentemente diagnosticadas (8/19; 42%), y en 5 de estos casos se identificó *S. aureus* como causa del aborto. Dado que los cultivos bacterianos de tejidos fetales y placentas frecuentemente están contaminados con bacterias no patógenas u oportunistas (Clothier & Anderson, 2016), la detección de bacterias u otros agentes debe interpretarse siempre considerando las lesiones observadas y en el marco de un enfoque diagnóstico integral (Campero et al., 2018; Matias-Rioseco et al., 2020). El feto presentaba marcadas lesiones pulmonares, a partir de las cuales se aisló la bacteria, caracterizadas por una bronconeumonía exudativa neutrofílica y linfocítica moderada y difusa. En reportes previos de abortos esporádicos asociados a *S. aureus*, los pulmones son los tejidos más frecuentemente afectados, generalmente con bronconeumonía neutrofílica (Matias-Rioseco et al., 2020; Henker et al., 2022), que también puede observarse asociada a neumonía intersticial no supurativa (Matias-Rioseco et al., 2020). Las membranas fetales no fueron evaluadas en nuestro caso; sin embargo, se ha descrito la presencia de placentitis fibrinosupurativa en casos similares (Henker et al., 2022). Bacterias oportunistas pueden atravesar la barrera placentaria por vía hematógena, provocando abortos individuales, principalmente en ganado lechero (Campero et al., 2018). No obstante, también se ha descrito la diseminación a través de infecciones ascendentes del tracto reproductivo (Parthiban et al., 2015). En el presente caso, el veterinario solicitante no observó signos clínicos en la vaca ni antes ni después del aborto, lo que impide inferir una posible vía de infección fetal. El *S. aureus* puede expresar diversos factores de virulencia que podrían desempeñar un papel en los abortos inducidos por esta bacteria en bovinos (Henker et al., 2020). Se descartaron los principales agentes abortigénicos y el feto presentó una marcada lesión pulmonar causada por *S. aureus*, estableciendo a esta bacteria como la causa del aborto. También se detectó infección por *Neospora caninum* en el feto, sin lesiones histopatológicas compatibles; por lo tanto, sumado a lo expuesto anteriormente, no consideramos a este protozoario como agente etiológico del aborto, aunque no se puede descartar un posible rol secundario de esta infección.

CONCLUSIONES

Este caso destaca la importancia de considerar bacterias oportunistas como *S. aureus* en el diagnóstico diferencial de abortos esporádicos en ganado de carne. Asimismo, resalta la necesidad de un enfoque diagnóstico integral, basado en la integración de los hallazgos macroscópicos e histopatológicos con los resultados de las pruebas diagnósticas complementarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Campero, C. M., Cantón, G. J., & Prando Moore, D. (2018). Abortos y otras pérdidas reproductivas en bovinos: diagnóstico y control. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires.

Campero, C. M., Moore, D. P., Odeón, A. C., Cipolla, A. L., & Odriozola, E. (2003). Aetiology of bovine abortion in Argentina. Veterinary Research Communications, 27(5), 359-369.

Clothier, K., & Anderson, M. (2016). Evaluation of bovine abortion cases and tissue suitability for identification of infectious agents in California diagnostic laboratory cases from 2007 to 2012. Theriogenology, 85(5), 933-938.

Henker, L. C., Lorenzett, M. P., Riboldi, C. I., Siqueira, F. M., Driemeier, D., & Pavarini, S. P. (2020). Bovine

abortion associated with *Staphylococcus aureus* infection-characterization of *S. aureus* strain isolated from fetal tissues. Ciência Rural, 50(6), e20190901.

Henker, L. C., Lorenzett, M. P., Lopes, B. C., Dos Santos, I. R., Bandinelli, M. B., Bassuino, D. M., Juffo, G. D., Antoniassi, N. A. B., Pescador, C. A., Sonne, L., Driemeier, D., & Pavarini, S. P. (2022). Pathological and etiological characterization of cases of bovine abortion due to sporadic bacterial and mycotic infections. Braz. J. Microbiol. 53(4), 2251–2262.

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

Parthiban, S., Malmarugan, S., Murugan, M. S., Rajeswar, J., & Pothiappan, P. (2015). Review on emerging and reemerging microbial causes in bovine abortion. Int. J. Nutr. and Food Sci. 4(4-1), 1-6.

De Los Santos, R., González-Revello, Á., Majul, L., Umpiérrez, A., Aldrovandi, A., Gil, A., Hirigoyen, D., & Zunino, P. (2022). Subclinical bovine mastitis associated with *Staphylococcus* spp. in eleven Uruguayan dairy farms. J. Infect. Dev. Ctries. *16*(4), 630–637.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

INFECCIÓN POR PARAPOXVIRUS EN BOVINOS PARA CARNE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA: reporte de brote

Alejandra Ambrosino[1], Eleonora Morrell[1], Francisco Plaza[1], Manuel Lugand[2], Juan Ignacio Montes[2], Andrea Verna[1], Andrea Peralta[3], Germán Cantón[1]*.

1- Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) – CONICET, RN 226 km. 73.5, 7620, Balcarce, Argentina.
*Autor de correspondencia: canton.german@inta.gob.ar
2- Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Av. Chorroarín 280, C1427CWO, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
3- Instituto de Agrobiotecnología y Biología Molecular (CONICET - INTA). Nicolás Repetto s/n, 1686, Hurlingham, Argentina.

RESUMEN

En febrero de 2026 se registró un brote de enfermedad cutánea que afectó a terneros y vacas de un establecimiento de cría bovina ubicado en el partido de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires, Argentina. Las lesiones se localizaban en ubres y cuello en vacas, y en el morro en terneros. Se revisaron clínicamente los animales afectados y se extrajeron biopsias de las lesiones dérmicas, para estudios histopatológicos y PCR. Microscópicamente se observó una dermatitis ulcerativa-erosiva severa con perivasculitis mixta. Mediante PCR se confirmó la presencia de Parapoxvirus en las muestras de biopsias de piel recolectadas. Se concluye que el cuadro clínico-patológico fue causado por una infección con Parapoxvirus. Queda pendiente los resultados de secuenciación para poder confirmar si se trata de un caso de Pseudoviruela bovina (PCPV) o Estomatitis papular bovina (BPSV). Es importante la vigilancia activa de enfermedades vesiculares/erosivas de los rumiantes y el reporte inmediato de estos casos por tratarse de una enfermedad zoonótica.

SUMMARY

In February 2026, a skin disease outbreak affecting calves and cows in a beef cow-calf herd in Tres Arroyos, Buenos Aires, Argentina. Lesions were primarily located on the udders and necks of cows, and the muzzles of calves. Skin biopsies were collected for histopathological examination, confirming findings showed severe ulcerative-erosive dermatitis with mixed perivasculitis. PCR testing confirmed Parapoxvirus infection in the same skin biopsies. The clinical-pathological condition was associated with a Parapoxvirus infection, with sequencing pending to distinguish between Pseudocowpox and Bovine Papular Stomatitis. This report emphasizes the importance of active surveillance for ulcerative/erosive diseases of ruminants and zoonosis .

INTRODUCCIÓN

Los virus del género Parapoxvirus, específicamente el virus de la Pseudoviruela bovina (PCPV) y el de la Estomatitis papular bovina (BPSV), son agentes causales de lesiones en la piel y mucosas en el ganado vacuno (Stanchi, 2007). Aunque suelen cursar de forma subclínica y ser autolimitante, factores de estrés o inmunosupresión pueden exacerbar la presentación clínica (Cargnelutti et al. 2012). Dada su naturaleza zoonótica, representan un riesgo para el personal en contacto provocando una enfermedad conocida como “nódulos del ordeñador”. Recientemente el Servicio de Diagnóstico Veterinario Especializado había reportado la ocurrencia de PCPV en terneros de una crianza artificial de un sistema de producción lechera de la provincia de Buenos Aires (Balbuena et al. 2025), siendo esta enfermedad más frecuente en estos sistemas productivos (Sindryakova et al. 2024). El objetivo de este trabajo es describir un brote de enfermedad dérmica ocasionado por Parapoxvirus en vacas y terneros de un sistema de producción de carne, siendo, según la revisión bibliográfica, el primer reporte en estos sistemas productivos de la región.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

En febrero del 2026 se solicitó la presencia del Servicio de Diagnóstico Veterinario Especializado del INTA Balcarce en un establecimiento agrícola-ganadero ubicado en el partido de Tres Arroyos, provincia de Buenos Aires, Argentina. Según el personal de campo, durante las últimas semanas, se había incrementado la detección de lesiones en la dermis, inicialmente en los terneros, llegando a afectar al más del 70% de los 132 terneros al pie de la madre, al momento de la visita. Al revisar clínicamente los animales, se pudo corroborar que, además, un porcentaje menor (alrededor del 20%) de sus madres (n = 150), presentaban lesiones afectando los pezones, y

algunas en la región del cuello. Durante la visita se revisaron clínicamente algunos terneros afectados, los cuales presentaban mayoritariamente lesiones costrosas, proliferativas, de curso crónico, y ocasionalmente lesiones de curso más agudo que se encontraban sangrantes (Figura 1). Estas lesiones eran más evidentes en la unión mucocutánea del morro, y en algunos casos también se observaron pequeñas úlceras en lengua. Las vacas afectadas presentaban lesiones ulcerativas en los pezones y ubres (Figura 2), y ocasionalmente, en la piel del cuello. Durante la visita se procedió a inmovilizar 2 terneros y 2 vacas afectadas, y se aplicó anestesia local (lidocaína inyectable), para realizar una biopsia incisional de la lesión dérmica. Alícuotas de estas muestras se colocaron en solución de formalina al 10% para realizar estudios histopatológicos de rutina, y posterior tinción con hematoxilina y eosina. Microscópicamente se observó edema, acantosis, pústulas intradérmicas, necrosis epidérmica y perivasculitis severa. Alícuotas de las biopsias de piel se mantuvieron a -20°C y se cultivaron en líneas celulares para aislamiento de alfaherpesvirus bovino (BoAHV) y el virus de la Diarrea Viral Bovina (VDVB), resultando negativos. Asimismo, se realizó la extracción de ADN de muestras de piel y se realizó PCR para detección de Pa-

Figura 1. Lesiones proliferativas multifocales en la unión mucocutánea de terneros afectados, de cierta cronicidad. En algunos casos estas lesiones eran sangrantes, presentando contaminación bacteriana secundaria y miasis.

Figura 2. Lesiones multifocales ulcerativas en pezones y ubres de vacas afectadas.

rapoxvirus resultando positivas. Queda pendiente realizar la PCR para el gen 011 y su secuenciación para poder confirmar la identidad nucleotídica de este virus, y poder discernir si se trata de una infección con el virus de la PCPV o BPSV. Se descartó infección por Orthopoxvirus.

DISCUSIÓN

Los hallazgos clínico-patológicos son coincidentes con los cuadros descriptos por infecciones por Parapoxvirus, caracterizadas por ocasionar lesiones dérmicas principalmente en la piel y mucosas, de pezones y ubres en vacas, y morro en terneros (Cargnelutti et al. 2012, Sindryakova et al. 2024). La morfología de las costras en forma de “anillo” o “herradura” observadas en algunos casos es característica de la PCPV, sin embargo, queda pendiente la confirmación de este virus. Fue llamativa la alta incidencia clínica de la enfermedad, posiblemente asociada a una falla en la detección temprana de las lesiones y al elevado grado de contagio entre los individuos del rodeo. Esto se condice con la cronicidad de las lesiones observadas en la microscopia. Con respecto al tratamiento se aplicaron con desinfectantes (iodo povidona) y antibióticos sistémicos en los casos ulcerativos/sangrantes para tratar de controlar infecciones secundarias. Asimismo, se sugirió el tratamiento con antiparasitarios en los casos que se observaran con infestaciones (miasis). También se recomendó evitar que individuos de este rodeo tomase contacto con otros animales del establecimiento para evitar la diseminación de la enfermedad. La alta tasa de morbilidad en el rodeo subraya la importancia de medidas de aislamiento temprano.

CONCLUSIONES

Las infecciones ocasionadas por Parapoxvirus se consideran zoonóticas y son altamente contagiosas en los rodeos, por ello es importante la detección temprana de la enfermedad y el reporte inmediato, ante un contexto de constante vigilancia activa de enfermedades vesiculares/ulcerativas en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balbuena, D., Costantino, V., Plaza, F., Ruiz, A., Heer, F., Morrell, E., Garcia, J.A., Scioli, V., Urrutia Luna, N., Yavorsky, M., Gonzalez Altamiranda, E., Verna, E., Peralta, A., & Cantón, G. (2025). Infección por Pseudocowpox (PCPV) en terneros de tambo de la provincia de Buenos Aires: reporte de caso. Segundas Jornadas Interdisciplinarias Una Salud. Buenos Aires, Argentina.

Cargnelutti, J., Flores, M., Weiblen, R., & Flores, E. (2012). An outbreak of pseudocowpox in fattening calves in southern Brazil. J. Vet. Diagn. Invest. 24(2):437-441.

Sindryakova, I., Blokhin, A., Lyska, V., & Titov, I. (2024). Description of zoonotic pseudocowpoxvirus infection of cattle in Russia. Animals 14:969.

Stanchi, N. (2007). Microbiología veterinaria. Inter-Médica.

IR AL INDICE

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA INMUNE DE VACUNAS CONTRA LEPTOSPIROSIS EN BOVINOS

Matilde López[1], Ana Acosta[1], Tamara Iglesias[2], Gustavo Varela[2], Laureana De Brun[1*]

1- Unidad de Microbiología, Departamento de Patobiología, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay.
* laureanadebrun@gmail.com
2- Unidad Académica de Bacteriología y Virología, Instituto de Higiene, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay.

RESUMEN

La leptospirosis bovina es una zoonosis de distribución global, asociada a pérdidas reproductivas y productivas relevantes y constituye, además, un riesgo ocupacional en sistemas ganaderos. El objetivo de este trabajo fue comparar, bajo un esquema estandarizado, la respuesta humoral inducida por vacunas comerciales con componente leptospiral disponibles en Uruguay. Se utilizó un banco de sueros de un rodeo Hereford (Lavalleja, Uruguay), distribuido en ocho grupos experimentales (n = 35/grupo), incluyendo un control no vacunado. Los grupos vacunados recibieron dos dosis (días 0 y 30) y se realizó muestreo serológico en los días 0, 30 y 60. La respuesta humoral se cuantificó mediante la prueba de microaglutinación (MAT) y ELISA indirecto para IgG total e isotipos IgG1/IgG2. Las vacunas evaluadas indujeron una respuesta humoral en bovinos detectable, con seroconversión desde el día 30 y consolidación al día 60; se observaron diferencias entre esquemas en la precocidad y el perfil de isotipos, destacándose una respuesta temprana de IgG2 en la vacuna D (G4) y una mayor producción de IgG1 en fases tardías en la combinación A+D (G8), con seroconversión predominante frente a los serovares Tarassovi y Canicola.

SUMMARY

Bovine leptospirosis is a zoonosis with a global distribution, associated with significant reproductive and production losses, and also constitutes an occupational risk in livestock systems. The objective of this study was to compare, under a standardized protocol, the humoral response induced by commercial vaccines with a leptospiral component available in Uruguay. A serum bank from a Hereford herd (Lavalleja, Uruguay) was used, distributed into eight experimental groups (n = 35/group), including an unvaccinated control. The vaccinated groups received two doses (days 0 and 30), and serological sampling was performed on days 0, 30, and 60. The humoral response was quantified using the microagglutination test (MAT) and indirect ELISA for total IgG and IgG1/IgG2 isotypes. The evaluated vaccines induced a detectable humoral response in cattle, with seroconversion from day 30 and consolidation by day 60. Differences were observed between schemes in precocity and isotype profile, highlighting an early IgG2 response in the D vaccine (G4) and a greater production of IgG1 in late phases in the A+D combination (G8), with predominant seroconversion against the Tarassovi and Canicola serovars.

INTRODUCCIÓN

La leptospirosis es una zoonosis de distribución mundial causada por cepas patogénicas del género *Leptospira,* afectando tanto a mamíferos salvajes, domésticos, y al ser humano, siendo una enfermedad zoonótica, y de tipo “ocupacional”. En el ganado bovino, la leptospirosis se asocia no solo con manifestaciones clínicas evidentes, sino también con enfermedades reproductivas, incluyendo la infertilidad (Machi et al., 2024).

En Uruguay, se estima que entre el 25–30% de los abortos infecciosos en bovinos son causados por esta enfermedad, siendo de los principales problemas reproductivos a nivel nacional (Easton, 2003). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad de las diferentes vacunas en la generación de una respuesta inmune humoral contra cepas de *Leptospira*, tanto por MAT, como por ELISA. Se evaluaron cuatro vacunas comerciales disponibles en el país que incluyen componente leptospiral, así como también su combinación con otras vacunas conteniendo agentes de importancia productiva, como fiebre aftosa y vacunas clostridiales, empleando un protocolo de vacunación uniforme en todos los animales del estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con un banco de sueros de un rodeo Hereford (≈1000 vacas) del departamento de Lavalleja, conformando 8 grupos de 35 animales. Todos los animales fueron vacunados a los días 0 y 30 (booster): los grupos 1 a 4 recibieron las vacunas comerciales polivalentes A a

D con antígenos contra leptospirosis. Los grupos 5 y 7 recibieron la vacuna D más una vacuna contra Clostridium (grupo 5) y una contra Fiebre Aftosa (grupo 7). El grupo 8 recibió dos dosis de diferentes marcas de vacunas comerciales contra leptospirosis, mientras que el grupo 6 fue control sin vacunar. Las muestras de sangre fueron tomadas los días 0, 30 y 60. La respuesta inmune se evaluó en el laboratorio del Instituto de Higiene mediante la técnica de Microaglutinación (MAT) frente a 8 serovares de *Leptospira* y mediante ELISA modificado, para determinar títulos de IgG totales y sus isotipos (IgG1 e IgG2), siguiendo protocolos estandarizados. Los resultados fueron procesados en planillas de tipo Excel y estadística descriptiva. Los resultados IgG e isotipos se analizaron comparando medias entre grupos con el test t student con un nivel de confiabilidad del 95% y procesados en gráficas lineales en el programa GraphPad Prism 8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ELISA, todos los grupos vacunados mostraron un incremento de IgG anti-*Leptospira* desde el día 30 (D30), con valores máximos en el día 60 (D60), mientras que el grupo control mantuvo valores bajos. Utilizando un criterio de significancia de p ajustada <0,05, se evidenció que las diferencias entre combinaciones de vacunación se observaron principalmente en la respuesta temprana donde: D+clostridial (G5) y D+aftosa (G7) presentaron valores superiores ($p < 0,001$ y $p=0,038$ respectivamente), a D sola (G4) en D30.

En D60 las respuestas tendieron a converger. En el análisis de "cambio de marca", la combinación A+D (G8) mostró una respuesta temprana mayor que A (G1) y D (G4) en D30 ($p=0,016$ y $p < 0,001$), sin diferencias significativas en D60. Atribuimos que las combinaciones generan mejores respuestas inmunes que la aplicación de vacunas únicas debido a que al ser bacterinas inactivadas, dependen del adyuvante presente en su formulación. Al administrar la combinación de agentes con diferentes adyuvantes, éstos aumentan la inmunogenicidad de las vacunas leptospirales, generando respuestas más tempranas y robustas (Wilson-Welder, et al. (2020). Además, estamos generando una mayor estimulación del sistema inmune, una mayor inflamación local y con ello, un mayor reclutamiento celular, lo que generaría los picos tempranos en el título de anticuerpos. El análisis por isotipos aportó información complementaria: en IgG1, la combinación A+D (G8) fue superior a A (G1) en D60 ($p=0,033$), sin diferencias frente a D (G4). Esto puede explicarse por el efecto de sinergia en la combinación de diferentes agentes o por la presencia del adyuvante de esa formulación, lo que genera una activación mayor del sistema inmune.

En IgG2, la respuesta posvacunal fue marcada desde D30 y robusta en D60; la vacuna D (G4) fue superior al control en D30 ($p < 0,001$) y D60 ($p < 0,001$). Esto da a entender que, D sola (G4) se orienta a un perfil inmunológico de tipo Th1, si lo comparamos con el grupo control que no obtuvo vacunación. Las diferencias observadas entre esquemas, parecen reflejar variaciones en la cinética de la respuesta inmune y en la polarización de isotipos. La fuerte inducción de IgG2 por la vacuna D sugiere indirectamente una activación eficiente de mecanismos asociados a respuesta Th1, mientras que la combinación A+D potencia la producción de IgG1 en fases más tardías. Sin embargo, hacia el día 60 todas las estrategias vacunales generan niveles elevados de anticuerpos, lo que indica una respuesta humoral robusta independientemente del esquema aplicado. En MAT (Tabla 1), la evaluación basal (día 0) fue mayoritariamente negativa, con reactividad baja dispersa, y un caso aislado positivo en grupo 8 (G8) frente a Hardjo-Bovis (HB). Estos resultados negativos reflejan que no hubo exposición natural a *Leptospira spp.,* y que por ende, los resultados que se observan, serán por exposición post-vacunal. En D30, se evidenció reactividad serológica principalmente frente a los serovares Canicola (Can) y Tarassovi (Tar), destacándose G8 (A+D) (Can 13/19; 68,4% y Tar 12/19; 63,2%). Esta seroconversión refleja que la vacuna está generando inmunidad humoral detectable con la técnica, y refleja lo ya visto en ELISA respecto a IgG total (Fig. 1), donde G8 generó mayores títulos al D30. En D60 la seroconversión se consolidó con predominio de los serovares Tar/Can, destacándose G5 (D+clostridial) (Tar 24/26; 92,3% y Can 16/26; 61,5%), mientras que el control se mantuvo con positividad baja (≤3,7% por serovar). Este resultado puede explicarse debido a la formulación de la vacuna y la combinación de agentes, lo que generó un efecto de

Tabla 1. Seropositividad por MAT (≥100) frente a Canicola y Tarassovi en D30 y D60 (valores en %, por serovar).

Grupo	Can D30	Tar D30	Can D60	Tar D60
1	0	0	0	0
2	30.8	3.8	88.9	0
3	12	0	32.4	67.6
4	52.2	43.5	48.1	66.7
5	50	34.6	61.5	92.3
7	58.1	51.6	50	54.5
8	68.4	63.2	9.1	68.2
Control	6.5	3.2	3.7	0

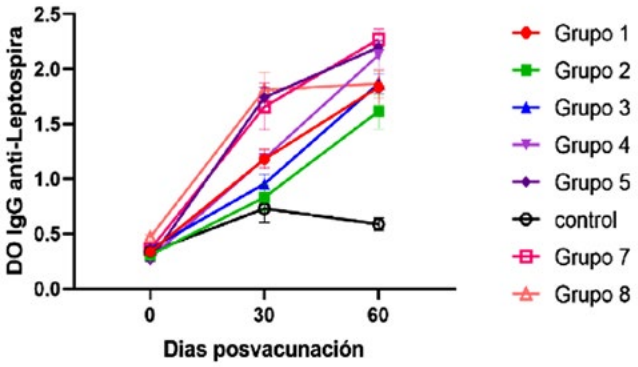


Figura 1. Cinética de IgG total anti-*Leptospira* (ELISA, DO 450 nm) en grupos vacunados y control (D0, D30, D60).

sinergia, haciendo que el G5 (junto con G7), sea el que mayores títulos genera al D60. La concordancia global entre ELISA y MAT respalda un aumento posvacunal consistente, y la interpretación conjunta permite caracterizar mejor la respuesta humoral inducida por cada esquema.

CONCLUSIONES

Las vacunas comerciales con componente leptospiral evaluadas indujeron una respuesta humoral específica en bovinos. La respuesta posvacunal fue evidente desde el día 30 y se consolidó al día 60 en la mayoría de los grupos vacunados. El MAT mostró reactividad serológica principalmente frente a los serovares Tarassovi y Canicola, con mayores proporciones de animales positivos a partir del día 30, lo que establece concordancia con el incremento de anticuerpos IgG detectables mediante la técnica ELISA. En conjunto, los resultados sugieren que los distintos esquemas vacunales generan variaciones principalmente en la cinética y magnitud de la respuesta humoral hacia el día 30, mientras que hacia el día 60 las respuestas tienden a estabilizarse en niveles elevados en la mayoría de los grupos vacunados. Finalmente, la interpretación conjunta de los resultados obtenidos por ELISA y MAT, respalda el uso complementario de ambas metodologías para una caracterización más completa de la respuesta serológica inducida por vacunas leptospirales en bovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adler, B., & de la Peña Moctezuma, A. (2010). Leptospira and leptospirosis. Veterinary Microbiology, 140(3–4), 287–296.

Ancha, P. N., & Szyfres, B. (2001). Leptospirosis. En Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales: Volumen 1. Bacteriosis y Micosis (3.ª ed., pp. 175–184). Organización Panamericana de la Salud.

Bocanegra, I., & Leva, R. (2019). Leptospirosis. En M. Candela, M. Galindo, & L. Vizcaíno (Eds.), Enfermedades infectocontagiosas en rumiantes (1.ª ed., pp. 244–255). Elsevier.

Macchi, M. V., Suanes, A., Salaberry, X., Dearmas, B. E., Rivas, E., Piaggio, J., & Gil, A. D. (2024). Leptospirosis as a cause of infertility in Uruguayan beef cattle. Preventive Veterinary Medicine, 228, 106227.

Wilson-Welder, J. H., Alt, D. P., Nally, J. E., & Olsen, S. C. (2021). Bovine immune response to vaccination and infection with Leptospira borgpetersenii serovar Hardjo. mSphere, 6(2), e00988-20. https://doi.org/10.1128/mSphere.00988-20

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

DESCRIPCIÓN DE DOS BROTES DE ABORTO BOVINO CAUSADOS POR *Leptospira interrogans* y *Leptospira kirschneri* EN URUGUAY

Raissa Moreira de Morais[1]*, Federico Giannitti[1], Leticia Zarantonelli[2], Camila Ciuffo[2], Martín Fraga[1], Alejo Menchaca[1], Caroline da Silva Silveira[1]

1- Plataforma de Investigación en Salud Animal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental La Estanzuela, Uruguay
* rmoreira@inia.org.uy
2- Laboratorio de Bacterias Zoonóticas de la Unidad Mixta Pasteur + INIA (UMPI), Institut Pasteur de Montevideo, Montevideo, Uruguay

RESUMEN

La leptospirosis es una enfermedad bacteriana zoonótica de distribución global, asociada con pérdidas reproductivas en bovinos. En Uruguay, donde es endémica, describimos dos brotes de abortos causados por dos especies diferentes del género *Leptospira*. Los bovinos afectados no habían sido vacunados contra *Leptospira*. En el primero, en vacas Aberdeen Angus, se identificó *L. kirschneri* en tejidos fetales y orina materna, con títulos al serogrupo Grippotyphosa. En el segundo, en vaquillonas lecheras, se registró 28% de abortos, con detección de *L. interrogans* en fetos, placentas y orina, además títulos serológicos para el serogrupo Pomona. Las lesiones incluyeron ictericia, esplenomegalia, hepatitis, nefritis y placentitis no supurativas. Se descartaron otras causas infecciosas. Los hallazgos refuerzan la importancia del diagnóstico y la dinámica epidemiológica de la leptospirosis en el país.

SUMMARY

Leptospirosis is a globally important zoonotic bacterial disease, associated with reproductive losses in cattle. In Uruguay, where it is endemic, we describe two cases of abortion associated to *Leptospira*. In both cases, the cattle had not been vaccinated against *Leptospira*. In the first, Aberdeen Angus cows, *Leptospira kirschneri* was identified in fetal tissues and maternal urine, with titer to the Grippotyphosa serogroup. In the second, in dairy heifers, 28% abortion rate was recorded, with detection of *Leptospira interrogans* in fetuses, placentas, and urine, in addition to high serological titers for the Pomona serogroup. Lesions included jaundice, splenomegaly, hepatitis, nephritis, and non-suppurative placentitis. Other infectious causes were excluded. These findings underscore the importance of diagnosis and the understanding of the epidemiological dynamics of leptospirosis in the country.

INTRODUCCIÓN

La leptospirosis es una importante enfermedad bacteriana infecciosa de ocurrencia global, causada por diferentes serovares de especies patógenas del género *Leptospira* (Samrot et al., 2021). Es una enfermedad zoonótica con alto impacto a la salud pública (Gizamba & Mugisha, 2023). En Uruguay, la leptospirosis bovina se considera endémica, con la identificación de múltiples especies circulantes en rodeos lecheros y de carne, pertenecientes a los serogrupos Pomona, Sejroe, Autumnalis, Australis, Pyrogenes y Canicola (Zarantonelli et al., 2018; Suanes et al., 2024).

Los animales pueden infectarse con leptospiras patogénicas por transmisión transplacentaria y venérea o por contacto directo con orina, fluidos biológicos, restos placentarios y ambientes contaminados, especialmente agua y suelo (Adler et al., 2011; Barnabé et al., 2023; Loureiro & Lilenbaum, 2020). Los bovinos infectados pueden establecer una colonización renal crónica, manteniendo la excreción bacteriana y perpetuando la diseminación dentro del rodeo (Monti et al., 2023).

La leptospirosis genera pérdidas en la ganadería, ya que reduce la productividad y compromete el desempeño reproductivo y productivo del rodeo bovino (Carvalho et al., 2024). En las hembras bovinas preñadas, la leptospirosis puede culminar en fallas reproductivas, siendo el aborto uno de los principales signos clínicos (Libonati et al., 2018; Sohm et al., 2023).

El presente trabajo tiene como objetivo describir dos brotes de abortos causados por dos especies de *Leptospira* en rodeos de bovinos lecheros y de carne en Uruguay.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El brote 1 ocurrió en 26 de julio de 2024, en un rodeo de 130 vacas Aberdeen Angus que registró un caso de aborto en una vaca multípara a los ocho meses de gestación. El servicio reproductivo en este predio era con

inseminación artificial a tiempo fijo, repaso con inseminación a celo visto y repaso con toros. Este rodeo no había sido vacunado contra *Leptospira* desde hacía aproximadamente dos años. La necropsia se realizó aproximadamente 36 horas después del hallazgo del feto abortado y reveló ictericia en el tejido adiposo mesentérico, pericárdico, perirrenal, subcutáneo y pleura parietal, y esplenomegalia moderada. El grado avanzado de autólisis limitó la evaluación histopatológica. El análisis mediante qPCR para el gen *lipL32* y PCR para el *gen rrs* y posterior secuenciación, detectó ADN de *Leptospira kirschneri* en hígado (Ct 33,4) y bazo (Ct 32,8) del feto, además la orina de la vaca abortada fue positiva a *Leptospira* por qPCR (Ct 33,2). Mediante la prueba de aglutinación microscópica (MAT), se evidenciaron títulos de anticuerpos aglutinantes entre 1:100 y 1:200 en el suero materno frente a los serogrupos Sejroe, Autumnalis y Ballum. Se observó una mayor reactividad (1:800) frente al serogrupo Grippotyphosa, específicamente contra el antígeno *L. kirschneri* serovar Grippotyphosa.

En el brote 2, en 03 de febrero de 2025, ocurrió abortos en un rodeo de 150 vaquillonas de las razas Holstein, Kiwi y Jersey, próximas al parto (lactando y secas). Se registraron 42 abortos (28%) entre 156 y 260 días de gestación, afectando principalmente el tercio medio y final de la preñez. El manejo reproductivo fue mediante inseminación artificial seguida de repaso con toros. Las vaquillonas habían sido vacunadas contra brucelosis con la vacuna RB51 pero no contra *Leptospira* spp. Se realizó necropsia de tres fetos (A, B y C) y cuatro placentas (B, D, E y F), con edad gestacional de 211 a 240 días. Se observó ictericia moderada en el tejido adiposo subcutáneo, mesentérico y pericárdico, y esplenomegalia en todos los fetos. Las placentas presentaban cotiledones friables y amarillentos. La histopatología evidenció hepatitis mononuclear difusa con colestasis en dos fetos (A y B), nefritis intersticial mononuclear multifocal en los tres fetos y placentitis mononuclear necrotizante con mineralización coriónica en todas las placentas. El análisis molecular mediante qPCR para el gen *lipL*32 y PCR para el *gen rrs* y posterior secuenciación, se identificó ADN de *Leptospira interrogans* en hígado, placenta y orina del feto B, así como en todas las placentas y en la orina de las madres correspondientes (D, E y F). Además, se detectó ADN de *Leptospira* spp. en el riñón del feto C, sin poder determinar la especie. *L. interrogans* estuvo presente en el 83,3% (10/12) de las muestras de orina de otras vaquillonas abortadas evaluadas. Se evidenciaron altos títulos de anticuerpos aglutinantes (entre 1600 y 128000) contra *L. interrogans* serogrupo Pomona, serovar Kennewicki mediante MAT en el 85,7 % (12/14) de los sueros maternos.

En ambos brotes otras causas de aborto bovino, incluyendo *Chlamydia abortus* y *C. pecorum*, *Coxiella burnetii*, *Mycoplasma bovis* y *M. bovigenitalium*, *Ureaplasma diversum*, *Campylobacter* spp., *Brucella* spp., *Neospora caninum*, *Tritrichomonas foetus*, Poliomavirus bovino 1 (BoPyV-1), Herpesvirus bovino tipo 1 (BoHV-1) y Virus de diarrea viral bovina (BVDV), fueron descartadas mediante pruebas diagnósticas específicas.

DISCUSIÓN

En ambos brotes, los hallazgos patológicos en tejidos fetales y placentarios fueron característicos de la infección por *Leptospira* spp. La detección del ADN de este agente en diferentes muestras, junto con los títulos de anticuerpos, confirmó la etiología de los abortos en estos casos. A diferencia del patrón típicamente crónico asociado al serovar Hardjo en bovinos, que generalmente provoca infecciones persistentes con efectos reproductivos a largo plazo (Loureiro & Lilenbaum, 2020) los serovares menos adaptados, como Pomona y Grippotyphosa, tienden a inducir manifestaciones agudas de la enfermedad (Grégoire et al., 2020; Grooms, 2006). En estas infecciones, la rápida diseminación bacteriana provoca pérdidas reproductivas súbitas, incluyendo abortos en serie durante un corto período, como se evidenció en el brote 2 reportado.

En Uruguay, donde la leptospirosis bovina es endémica, se observa la circulación de múltiples especies y serogrupos en los rodeos (Suanes et al., 2024; Zarantonelli et al., 2018) evidenciando un escenario epidemiológico heterogéneo. Los hallazgos de este estudio corroboran esta diversidad, al demostrar la detección molecular de *L. kirschneri* asociada a la seroreactividad contra el serogrupo Grippotyphosa, así como de *L. interrogans* con alta frecuencia de títulos serológicos contra el serogrupo Pomona, serovar Kennewicki. En los casos aquí estudiados, se destaca la detección de especies clásicamente asociadas a cuadros agudos y brotes reproductivos (Grégoire et al., 2020).

Aunque la patogénesis no está completamente elucidada, se considera que durante la leptospiremia materna las bacterias atraviesan la placenta tras la diseminación hematógena, causando infección y muerte fetal (Adler et al., 2011; Aymée et al., 2023). Existen evidencias de que el aborto en bovinos se relaciona directamente con la especie y el serovar implicado, con pérdidas fetales observadas en distintos estadios de la gestación. En bovinos, el serovar Pomona, se asocia a cuadros clínicos agudos y abortos más frecuentes en el tercio final de la gestación (Sohm et

al., 2023; Murillo et al., 2024). Respecto a casos de abortos por *L. kirschneri* en bovinos la información es escasa. En ambos casos se observó que las pérdidas fetales ocurrieron predominantemente en dicho período gestacional. En este sentido, aunque no haya sido la causa primaria del aborto, es importante destacar que el estrés calórico puede actuar como un factor coadyuvante, especialmente en el brote 2, ya que compromete la homeostasis materna y contribuye de forma indirecta a la pérdida gestacional.

Los hallazgos anatomopatológicos en ambos casos se caracterizaron por ictericia marcada asociada a esplenomegalia, además de hepatitis intersticial no supurativa con colestasis y nefritis intersticial no supurativa. Estas alteraciones son compatibles con las descritas para especies y serogrupos causantes de leptospirosis sistémica, como L. interrogans Pomona e Icterohaemorrhagiae, que con frecuencia provocan cuadros clínicos agudos acompañados de ictericia intensa (Grégoire et al., 2020; Aymée et al., 2023; Murillo et al., 2024).

CONCLUSIONES

Los casos analizados en este estudio demuestran que *L. kirschneri* y *L. interrogans*, pueden inducir abortos agudos y en brotes en bovinos. Si bien no fue posible identificar el serogrupo de *Leptospira* infectante por no contar con el aislamiento de la bacteria, los altos títulos aglutinantes por MAT contra los serogrupos Grippotyphosa (brote 1) y Pomona (brote 2) sugieren fuertemente que son los serogrupos involucrados. Estos hallazgos refuerzan la elevada diversidad serológica presente en los rodeos uruguayos, destacando la importancia de la vigilancia diagnóstica y epidemiológica en casos de abortos en bovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adler, B., Lo, M., Seemann, T., & Murray, G. L. (2011). Pathogenesis of leptospirosis: The influence of genomics. In *Veterinary Microbiology*, 153(1–2).

Aymée, L., Di Azevedo, M. I. N., Reis, L., Mendes, J., Castro, F. de F. A. de, Carvalho-Costa, F. A., Souza, G. N. de, & Lilenbaum, W. (2023). Unconventional Sites for Diagnosis of Leptospirosis in Bovine Anicteric Fetuses. *Animals*, *13*(18).

Barnabé, N. N. da C., Soares, R. R., Barros, D. K. S., Nogueira, D. B., Costa, F. T. R. da, Araújo Júnior, J. P., Malossi, C. D., Ullmann, L. S., Costa, D. F. da, Silva, M. L. C. R., Higino, S. S. dos S., Santos, C. de S. A. B., Azevedo, S. S. de, & Alves, C. J. (2023). Bovine Leptospirosis in Caatinga Biome, Brazil: New Insights into Diagnosis and Epidemiology. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, *8*(3).

Carvalho, H. G. A. C., Silva, D. M., Rodrigues, G. R. D., Gameiro, A. H., dos Santos, R. F., Raineri, C., & Lima, A. M. C. (2024). Estimation of economic losses due to leptospirosis in dairy cattle. *Preventive Veterinary Medicine*, *229*.

Gizamba, J. M., & Mugisha, L. (2023). Leptospirosis in humans and selected animals in Sub-Saharan Africa, 2014–2022: a systematic review and meta-analysis. *BMC Infectious Diseases*, *23*(1).

Grégoire, F., Bakinahe, R., Petitjean, T., Boarbi, S., Delooz, L., Fretin, D., Saulmont, M., & Mori, M. (2020). Laboratory diagnosis of bovine abortions caused by non-maintenance pathogenic Leptospira spp.: Necropsy, serology and molecular study out of a belgian experience. *Pathogens*, *9*(6).

Grooms, D. L. (2006). Reproductive losses caused by bovine viral diarrhea virus and leptospirosis. *Theriogenology*, *66*(3).

Libonati, H. A., Santos, G. B., Souza, G. N., Brandão, F. Z., & Lilenbaum, W. (2018). Leptospirosis is strongly associated to estrus repetition on cattle. *Tropical Animal Health and Production*, *50*(7).

Loureiro, A. P., & Lilenbaum, W. (2020). Genital bovine leptospirosis: A new look for an old disease. In *Theriogenology* (Vol. 141). https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.09.011

Monti, G., Montes, V., Tortosa, P., Tejeda, C., & Salgado, M. (2023). Urine shedding patterns of pathogenic Leptospira spp. in dairy cows. *Veterinary Research*, *54*(1).

Samrot, A. V., Sean, T. C., Bhavya, K. S., Sahithya, C. S., Chandrasekaran, S., Palanisamy, R., Robinson, E. R., Subbiah, S. K., & Mok, P. L. (2021). Leptospiral infection, pathogenesis and its diagnosis—a review. In *Pathogens,* 10(2).

Sohm, C., Steiner, J., Jöbstl, J., Wittek, T., Firth, C., Steinparzer, R., & Desvars-Larrive, A. (2023). A systematic review on leptospirosis in cattle: A European perspective. In *One Health* (17).

Suanes, A., Macchi, M. V., Fernández, F., Salaberry, X., Moreira, C., & Gil, A. D. (2024). Seroprevalence and herd-level associated factors of pathogenic Leptospira spp. circulating locally in dairy cattle in Uruguay. *Preventive Veterinary Medicine*, *223*.

Zarantonelli, L., Suanes, A., Meny, P., Buroni, F., Nieves, C., Salaberry, X., Briano, C., Ashfield, N., Da Silva Silveira, C., Dutra, F., Easton, C., Fraga, M., Giannitti, F., Hamond, C., Macías-Rioseco, M., Menéndez, C., Mortola, A., Picardeau, M., Quintero, J., … Buschiazzo, A. (2018). Isolation of pathogenic Leptospira strains from naturally infected cattle in Uruguay reveals high serovar diversity, and uncovers a relevant risk for human leptospirosis. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *12*(9).

DESCRIPCIÓN DE UN BROTE DE TÉTANOS EN BOVINOS ABERDEEN ANGUS RECIENTEMENTE ELASTRADOS EN ARGENTINA

Álvaro Francisco Ruiz[1,2]; Francisco Plaza[1]; Delfina Balbuena[1]; Alejandra Ambrosino[1]; Victoria Costantino[1]; Natalia Campos[1]; María Andrea Fiorentino[1], Juan Agustín García[1], Germán Cantón[1]* y Emiliano Sosa[1]

1- Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) – CONICET, RN 226 km. 73.5, 7620 Balcarce, Argentina.
*Autor de correspondencia: canton.german@inta.gob.ar
2- Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Católica de Salta. Campo Castañares, A4400EDD Salta, Argentina.

RESUMEN

El tétanos es una enfermedad neurológica causada por las toxinas de la bacteria anaerobia *Clostridium tetani*. Afecta a mamíferos ocasionando contracción muscular espástica que culmina con la muerte. En este trabajo describimos un brote de tétanos en toritos MEJ (Macho Entero Joven), Aberdeen Angus de 13 – 15 meses de edad, recientemente castrados mediante elastración en provincia de La Pampa, Argentina, destacando los signos clínicos característicos y los aspectos epidemiológicos asociados a la enfermedad.

SUMMARY

Tetanus is a neurological disease caused by toxins from the anaerobic bacteria *Clostridium tetani*. It affects mammals with different degrees of sensitivity, causing spontaneous spastic muscular contractions which culminate in death over the course of several days. We describe an outbreak of tetanus in yearling Aberdeen Angus bulls, recently castrated using the elastration technique in the province of La Pampa, Argentina, highlighting clinical characteristics and epidemiological aspects associated with the disease.

INTRODUCCIÓN

Clostridium tetani es un bacilo Gram positivo, formador de esporas en condiciones de anaerobiosis, y causante del tétanos (Prescott et al. 2023). La bacteria es ubicua en los suelos sobreviviendo en pH alcalinos que favorecen su desarrollo y posterior esporulación (Uzal et al. 2016; Prescott et al. 2023). La infección ocurre en animales domésticos luego de procedimientos como castración, descole, descorne, infecciones umbilicales y otras maniobras cruentas de baja asepsia. El principal signo clínico asociado a la infección está mediado por la neurotoxina TeNT, que inhibe los impulsos aferentes inhibitorios hacia las neuronas motoras, mientras mantiene intactas las aferencias excitatorias. Como consecuencia, se producen contracciones musculares sostenidas que derivan en la tetania. Entre los signos característicos se describen protrusión de tercer párpado, posición en caballo de madera, compromiso de la musculatura respiratoria y muerte (Uzal et al. 2016; Prescott et al. 2023). En este trabajo describimos clínica y epidemiológicamente un brote de tétanos ocurrido en toritos MEJ de un establecimiento ganadero ubicado en la provincia de La Pampa, Argentina.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

En septiembre de 2025 se registró una mortandad de toritos MEJ Aberdeen Angus en un rodeo compuesto por 320 individuos de 250 kg. De ellos, 170 provenían de una compra reciente, mientras que los otros 150 habían nacido y se habían criado en el mismo establecimiento ganadero. Los casos afectaron únicamente a los animales propios con una morbilidad de aproximada de 10,6 % (16/150) y una letalidad del 100%, durante el transcurso de 2 a 3 semanas. Estos animales contaban con tres dosis de vacuna anticlostridial comercial (formulada con anacultivos y toxoides de *Clostridium chauvoei*, *Clostridium septicum*, toxoide de *Clostridium novyi* tipo B, *Clostridium novyi* tipo D, *Clostridium sordelli*, toxoide de *Clostridium perfringens* tipo C, toxoide de *Clostridium perfringens* tipo D y *C. tetani,* en adyuvante de hidróxido de aluminio). La primera y segunda dosis fueron aplicadas con un intervalo de 20 días, y una tercera dosis a los 8 días de la segunda, momento en que se efectuó la castración de los toritos mediante elastración. Diez días posteriores al procedimiento comenzaron a observarse animales que presentaban paresia de tren posterior con marcada rigidez. En la inspección de cuatro toritos se constató marcada inflamación de la bolsa escrotal, necrosis alrededor del anillo de elastración inguinal, olor fé-

tido, dolor manifiesto a la palpación y temperatura rectal de 41ºC. Con el transcurso de los días, los animales se presentaron en decúbito esternal con lateralización de miembros pelvianos en posición antiálgica e incapacidad para incorporarse. Finalmente se hallaban en decúbito lateral, con los miembros totalmente extendidos rígidos (Figura 1A), contracciones espásticas generalizadas, opistótono, trismo mandibular, protrusión de tercer parpado (Figura 1A), taquipnea, babeo, hiperestesia cutánea, facies sardónica y muerte.

Durante la visita, realizada unos 20 días luego de la castración, se practicó la eutanasia a dos toritos que cursaban un curso clínico de menos de una semana, siguiendo las recomendaciones del Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Experimentación (CICUAE, INTA). En la necropsia de ambos animales, se observó enrojecimiento del anillo inguinal de elastración, exposición del paquete testicular con exudado purulento, presencia de tejido necrótico con detritus celulares y descamación (Figura 1B). La piel del escroto se encontraba endurecida, con presencia de gas y olor putrefacto. En la cavidad abdominal de uno de ellos se observó contenido ruminal difusamente enmohecido compatible con atonía de rumen, acompañado de leve edema de abomaso. El segundo animal se constató timpanizado, hígado con puntillado rojo y riñones con motas blanquecinas en corteza. No se registraron otras alteraciones macroscópicas de relevancia.

Se recolectaron muestras de encéfalo, cerebelo, médula espinal, escroto, hígado, riñón, bazo, abomaso, intestino, pulmón y corazón, fijadas en formol bufferado al 10 % para análisis histopatológico, sin hallazgos significativos salvo extensa necrosis y hemorragia en el tejido subcutáneo circundante al dispositivo de elastración. Adicionalmente, se tomaron muestras de encéfalo (tallo y corteza cerebral) para cultivo bacteriológico, las cuales resultaron negativas.

DISCUSIÓN

Considerando los hallazgos clínicos característicos observados y la ausencia de lesiones patológicas relevantes a excepción de la escrotal, se arribó al diagnóstico de tétanos. El foco probable de origen fue el área necrótica generada en la región inguinal/escrotal tras la colocación del anillo de elastración. Es esperable que la técnica de elastración, al inducir necrosis tisular progresiva y crear condiciones de anaerobiosis, genere un ambiente propicio para la proliferación de esporas de *C. tetani.* Durante su crecimiento exponencial, la bacteria libera la neurotoxina TeNT, responsable del cuadro clínico típico de tetania reportada en este brote (Uzal et al. 2016; Acuña Giambruno et al. 2019). Asimismo, es importante resaltar que la técnica de elastración está contraindicada en animales de esta edad (Bretschneider, 2005).

Las vacunas clostridiales inactivadas requieren esquemas de primo-vacunación de dos dosis, alcanzándose una respuesta inmune protectora aproximadamente 14 días posteriores a la aplicación de la segunda dosis (Uzal et al. 2016). En el presente caso, la elastración fue realizada una semana después de aplicada la segunda

Figura 1. Torito MEJ Aberdeen Angus con tétanos. A. Torito en decúbito lateral derecho, con miembros totalmente extendidos rígidos y protrusión de tercer parpado. B. Región inguinal y bolsa escrotal con anillo de elastración, evidenciando tejidos del saco escrotal necróticos.

dosis de vacuna, por lo que es probable que los animales no contaran con niveles adecuados de anticuerpos protectores al momento del procedimiento. Además, la tercera dosis se aplicó el mismo día de la elastración, lo que pudo haber interferido negativamente en la generación de una respuesta inmune adecuada. Estos factores combinados podrían haber contribuido al fracaso de la protección vacunal observada en este brote.

Por último, se debe enfatizar que los animales afectados tenían entre 13 y 15 meses de edad y un peso aproximado de 250 kg, condiciones bajo las cuales la elastración se asocia a mayor dolor, estrés, retraso en la cicatrización y riesgo de complicaciones secundarias. En animales de esta edad, se encuentran disponibles métodos alternativos de castración quirúrgica que, acompañados del uso de anestésicos locales y analgésicos sistémicos, representan una opción más adecuada desde el punto de vista sanitario y del bienestar animal.

CONCLUSIONES

La confirmación etiológica del tétanos sigue siendo un desafío, por lo que el diagnóstico suele basarse en la evaluación conjunta de los hallazgos clínicos característicos y epidemiológicos. La respuesta a antibioticoterapia suele ser infructuosa si el cuadro clínico ya está instaurado. Si bien existen sueros antitetánicos se emplean principalmente en équidos. Es importante la prevención minimizando factores que favorecen el crecimiento y desarrollo de *C. tetani* en los tejidos junto a vacunación, el uso estricto de medidas de antisepsia y reducción al mínimo de procedimientos veterinarios cruentos que impacten sobre el bienestar animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuña Giambruno, J., Fanti, S., García Lorenzana, J., Soteras, A., Llada, I., Morrell, E., & Cantón, G. (2019). Brote de tétano post elastración de toros. 42º Congreso Argentino de Producción Animal 39: 185-199.

Bretschneider, G. (2005). Effects of age and method of castration on performance and stress. Livestock Production Science 12.

Prescott, J., MacInnes, J., Van Immerseel, F., Boyce, J., Rycroft, A., & Vázquez-Boland, J. (2023). Pathogenesis of bacterial infections in animals. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Uzal, F.A., Glenn Songer, J., Prescott, J.F., & Popoff, M.R. (2016). Clostridial Diseases of Animals. Iowa: John Wiley & Sons, Inc.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONTROL DEL VIRUS DE LA DIARREA VIRAL BOVINA EN UN PREDIO DE COLONIA

María Barrandeguy[1]*; Maria Guerein[2]; Caroline Da Silva[1]; Federico Giannitti[1]; Ludmila Slimovich[1]; Marina Maurente[1]; Alejo Menchaca[1]; Luisina Gonnett[3], Leticia Maya[4]; Rodney Colina[4]; Ingryd Merchioratto[1].

1- Plataforma de Investigación en Salud Animal. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), La Estanzuela, Colonia, Uruguay.
2- Facultad de Veterinaria. Universidad de la República., Montevideo.
3-MV. Actividad privada, Tarariras, Colonia.
4-Laboratorio de Virología, CENUR Litoral Norte, Salto, Uruguay.
* mbarrandeguy@inia.org.uy

RESUMEN

El virus de la diarrea viral bovina (BVDV) causa importantes pérdidas económicas en la producción bovina. En hembras preñadas puede producir pérdidas embrionarias, abortos, malformaciones congénitas y nacimiento de terneros persistentemente infectados (PI) que eliminan alta carga viral de por vida. Adicionalmente, induce inmunosupresión, predisponiendo al ganado a sufrir otras enfermedades clínicas, ocasionalmente fatales. En Uruguay, BVDV tiene alta prevalencia y amplia distribución geográfica en rodeos de carne y leche. La identificación y segregación de los animales PI conjuntamente con la implementación de medidas de bioseguridad son medidas muy eficaces para el control y erradicación de BVDV. El objetivo de este trabajo es presentar resultados obtenidos al implementar un programa de control en un predio ganadero con un rodeo 137 bovinos (todas las categorías) donde se había producido la muerte de un bovino por Enfermedad de las Mucosas. El programa se inició en octubre-2024; la primera meta fue identificar y separar los animales PI. Para esto, se obtuvieron muestras de suero del total de animales (n=137), que fueron analizadas por RT-qPCR. Dos (1,46%) animales que resultaron positivos para BVDV-1 en dos muestreos consecutivos con 4 semanas de intervalo (condición para ser categorizados como animales PI) fueron segregados del rodeo. A partir de esta primera intervención, se realizó detección viral en los terneros recién nacidos, cuarentena y detección viral en los bovinos que ingresaron al predio, y monitoreo del total de los animales 2 veces por año. En diciembre-2024, junio, julio, agosto y octubre de 2025 ingresaron 27, 11, 16, 17 y 12 animales, respectivamente; en todos los casos se admitieron solamente los animales libres de BVDV. En marzo y septiembre de 2025 se realizó el monitoreo mediante RT-qPCR en todos los animales del establecimiento (n=142 y n=136 respectivamente), constatándose la ausencia de infección con BVDV. Si bien estos resultados son aún de corto plazo, alientan a continuar con el programa en los próximos años y evaluar la sustentabilidad de este tipo de intervenciones, controlar la infección por BVDV, en predios ganaderos de Uruguay.

SUMMARY

Bovine viral diarrhea virus (BVDV) causes significant economic losses in cattle production. In pregnant females, it can cause embryonic loss, abortions, congenital malformations, and the birth of persistently infected (PI) calves that shed a high viral load for life. Additionally, it induces immunosuppression, predisposing cattle to other clinical diseases, occasionally fatal. In Uruguay, BVDV has a high prevalence and wide geographic distribution in beef and dairy herds. Identifying and separating PI animals, along with implementing biosecurity measures, are highly effective for controlling and eradicating BVDV. The objective of this study is to present the results obtained from implementing a control program on a cattle farm with 137 animals where one bovine had died from Mucosal Disease. The program began in October 2024; the first goal was to identify and separate the PI animals. For this purpose, serum samples were obtained from all animals (n=137) and analyzed by RT-qPCR. Two (1.46%) animals that tested positive for BVDV-1 in two consecutive samplings with a 4-week interval (a condition for categorization as PI animals) were segregated from the herd. Following this initial intervention, viral detection was performed on newborn calves, quarantine and viral detection were carried out on cattle entering the farm, and all animals were monitored twice a year. In December 2024, June, July, August, and October 2025, 27, 11, 16, 17, and 12 animals were admitted, respectively; in all cases, only BVDV-free animals were allowed. In March and September 2025, all animals on the farm were monitored (n=142 and n=136, respectively), confirming the absence

of BVDV infection. Although these results are still short-term, they encourage the continuation of the program in the coming years and the evaluation of the sustainability of this type of intervention to control BVDV infection on livestock farms in Uruguay.

INTRODUCCIÓN

La actividad económica de Uruguay depende fuertemente de la ganadería bovina.

El virus de la diarrea viral bovina (BVDV) causa severas pérdidas económicas en la producción ganadera a nivel mundial. El BVDV pertenece al género Pestivirus, de la familia Flaviviridae existiendo tres especies virales que infectan a los bovinos, Pestivirus bovis (comúnmente conocido con BVDV-1), Pestivirus tauri (BVDV-2) y Pestivirus brazilense (BVDV-3 o HoBi-like pestivirus). En esta instancia utilizaremos la nomenclatura más usada hasta nuestros días, BVDV-1, BVDV-2 y HoBiPeV.

Las consecuencias clínicas de la infección por BVDV en bovinos incluyen:

A) Infección transitoria o aguda con manifestación subclínica o clínica digestiva, respiratoria, enfermedad sistémica, abortos y menos frecuentemente encefalitis y dermatitis caracterizada por morbilidad y mortalidad variable generalmente asociada con cepas virales no citopáticas (NCP).

B) Infecciones reproductivas, incluidas las infecciones por ovocitos o espermatozoides infectados que afectan negativamente la fertilidad, o la transmisión transplacentaria que puede provocar la muerte embrionaria o fetal, momificación, aborto, anomalías congénitas, mortinatos o, si el feto sobrevive, el nacimiento de terneros persistentemente infectados (PI), particularmente cuando la infección fetal es por cepas NCP antes de los 4 meses de gestación. Los terneros PI, si bien pueden tener una apariencia saludable o sólo presentar un leve retraso en el crecimiento y bajo peso, diseminan gran cantidad de virus (10^6 a 10^7 DICT50%/ml) a través de sus secreciones y excreciones, a lo largo de toda su vida constituyendo el eslabón epidemiológico crítico para la perpetuación del BVDV en la población bovina de todo el mundo. La prevalencia de los animales PI en los rodeos es generalmente baja, entre el 0,5% y 2%.

C) Enfermedad de las mucosas (EM) caracterizada por baja morbilidad y alta letalidad en animales PI, generalmente antes de los 2 años de edad. La EM está asociada con la sobreinfección con un biotipo citopático (CP) que puede surgir a través de mutaciones o recombinación genómica de la misma cepa viral NCP que indujo el animal PI, o de una fuente externa (Fenner's Veterinary Virology; 2017).

El diagnóstico de esta infección/enfermedad se puede realizar presuntivamente por los antecedentes clínicos y reproductivos del rodeo. El diagnóstico confirmatorio requiere de la detección del virus (aislamiento viral en cultivos celulares), de sus proteínas antigénicas (proteínas estructurales y no estructurales) por inmunohistoquímica, inmunofluorescencia, ensayos inmunoenzimáticos (ELISAs) o del genoma viral por técnicas como la PCR. También se puede evidenciar la infección mediante la detección de anticuerpos específicos teniendo en cuenta que los animales PI son inmunotolerantes para la cepa infectante y por lo tanto son seronegativos para esa cepa viral (Wernike, 2024; WOHA, 2026). En Uruguay esta infección es endémica con una prevalencia en predios superior al 60% (da Silva Silveira, 2020; Maya, 2016; MGAP, 2017). A nivel mundial, se utilizan vacunas a virus inactivado, a virus vivo modificado, vacunas a subunidades, a virus vivo con genes deleteados y otras diversas alternativas de vacunas en base a biotecnología. En Uruguay las vacunas disponibles hasta el presente son a virus inactivado y en formulaciones multivalentes. La vacunación contribuye a limitar la diseminación de la infección y reduce la severidad de las manifestaciones clínicas de la enfermedad; sin embargo, no permite controlar/erradicar la infección. A partir de la década de 1990 se implementó una estrategia de control que incluye la identificación y eliminación de los animales PI, la adopción de medidas de bioseguridad y, en algunos casos, la vacunación lo que ha significado un avance muy prometedor para el control y hasta la erradicación de la enfermedad en ciertas regiones y países, fundamentalmente en Europa (Walz, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento ganadero del Departamento de Colonia dedicado a la cría e invernada con una población total fluctuante de aproximadamente 140 animales de diversas razas y categorías. Muestras: sangre sin anticoagulante para la obtención de suero. Ensayo diagnóstico: RT-qPCR, secuenciación parcial del genoma viral (5' UTR y nPro) y ELISA comercial para la detección de antígeno y para la detección de anticuerpos (totales y anti-P80). Estrategia de muestreo: el

Inicial (octubre 2024), el 2do (marzo 2025) y 3er muestreo (octubre 2026) se obtuvieron muestras del 100% de los bovinos del establecimiento. Todos los animales que nacen y todos los bovinos que ingresan al establecimiento (comprados) permanecen separados de la población permanente y son muestreados (muestra de sangre entera sin anticoagulante) para detección de antígeno. A partir

de marzo 2026 y en adelante, el monitoreo de la población se realiza mediante la detección de anticuerpos anti P80 (indican infección/replicación viral) en los animales menores de 1 año (animales centinela).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 2 animales PI al iniciar la implementación del programa de control (octubre 2024). El virus detectado fue BVDV-1. Ambos animales PI fueron enviados a faena. Se detectaron 4/10 animales infectados en forma transitoria en el grupo de animales en cuarentena preingreso (junio 2025) que luego de superada la infección fueron incorporados al rodeo general. Se evidenciaron anticuerpos en el 95% de la población en el muestreo realizado en octubre de 2024 mientras que en el muestreo de setiembre de 2025, el 56,5 % de los animales de entre 6 meses y un año (nacidos después de haber segregado los animales PI) eran seronegativos a BVDV (libres de infección). De acuerdo a los registros sanitarios llevados por la profesional veterinaria del establecimiento no se detectaron enfermedades compatibles con la infección por BVDV. Los resultados obtenidos evidencian la ausencia de circulación de BVDV en el rodeo bajo programa de control. Para este logro y para su mantenimiento en el tiempo, fue fundamental la participación y el compromiso del productor y su asesor veterinario. Es esperable que otros establecimientos ganaderos de carne y/o leche, así como otros laboratorios veterinarios, puedan utilizar estas herramientas para mejorar el estatus sanitario del rodeo, aumentar la productividad, y agregar valor a la cadena ganadera de Uruguay.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

da Silva Silveira, C., Maya, L., Casaux, M. L., Schild, C., Caffarena, D., Aráoz, V., da Costa, R. A., Macías-Rioseco, M., Perdomo, Y., Castells, M., Colina, R., Fraga, M., Riet-Correa, F., & Giannitti, F. (2020). Diseases associated with bovine viral diarrhea virus subtypes 1a and 2b in beef and dairy cattle in Uruguay. *Brazilian Journal of Microbiology*, *51*(1), 357–368. https://doi.org/10.1007/S42770-019-00170-7/FIGURES/4

Fenner's Veterinary Virology. (2017). Flaviviridae. In *Fenner's Veterinary Virology* (pp. 525–545). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800946-8.00029-5

Maya, L., Puentes, R., Reolón, E., Acuña, P., Riet, F., Rivero, R., Cristina, J., & Colina, R. (2016). Molecular diversity of bovine viral diarrhea virus in uruguay. *Archives of Virology*, *161*(3), 529–535. https://doi.org/10.1007/S00705-015-2688-4/METRICS

MINISTERIO DE GANADERÍA, A. Y. P. (2017). *Resolución N° 241/017 de DGSG: Listado de enfermedades de animales de notificación obligatoria | MGAP*. https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/institucional/normativa/resolucion-n-241017-dgsg-listado-enfermedades-animales-notificacion

Walz, P. H., Chamorro, M. F., M. Falkenberg, S., Passler, T., van der Meer, F., & R. Woolums, A. (2020). Bovine viral diarrhea virus: An updated American College of Veterinary Internal Medicine consensus statement with focus on virus biology, hosts, immunosuppression, and vaccination. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *34*(5), 1690. https://doi.org/10.1111/JVIM.15816

Wernike, K., & Beer, M. (2024). Comparison of bovine viral diarrhea virus detection methods: Results of an international proficiency trial. *Veterinary Microbiology*, *290*. https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2024.109985

WOAH. (2024). BOVINE VIRAL DIARRHOEA. In *WOAH Terrestial Manual* (13th ed., 3.4.7). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.woah.org/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/3.04.07_BVD.pdf

PLEUROPNEUMONIA FIBRINOSSUPURATIVA AGUDA DE ORIGEM BACTERIANA APÓS TRANSPORTE NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL – RELATO DE CASO

Rodrigo Zotti[1]; Fabio Leonardi[1], Sandro Giuliani[1]; Eduarda Santos Menezes[2]; Bruna Borges Vaz[2]; Adriana Lücke Stigger[2]*

1- Acadêmicos de Medicina Veterinária, Centro Universitário da Região da Campanha,URCAMP, Campus Alegrete –RS- BR
2- Docente, Centro Universitário da Região da Campaha,URCAMP, Alegrete-RS-BR.
*Autor de Correspondencia: adrianastigger@urcamp.edu.br

RESUMO

Descreve-se um surto de pleuropneumonia associado ao transporte em bovinos de corte. O evento ocorreu em uma propriedade rural localizada no município de Alegrete, na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. No total, morreram sete bezerros de um lote composto por 519 animais. A enfermidade foi observada após a transferência dos animais de uma propriedade para outra por via terrestre. Aproximadamente três dias após o manejo e transporte, os bovinos passaram a apresentar sinais clínicos caracterizados por apatia, secreção nasal, tosse, dispneia, redução do apetite e sialorreia. O transporte prolongado é considerado um dos principais fatores desencadeantes dessa enfermidade. Durante o deslocamento, os animais são submetidos a condições de estresse, incluindo jejum, desidratação, fadiga e variações térmicas, fatores que promovem aumento dos níveis de cortisol e comprometimento do sistema imunológico. Com base nos dados epidemiológicos, nas lesões macroscópicas e nos achados histopatológicos, foi possível estabelecer o diagnóstico de pleuropneumonia fibrinossupurativa aguda de origem bacteriana associada ao transporte em bovinos na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. O surto foi atendido em setembro de 2025 pelo setor de Patologia do Centro Universitário da Região da Campanha, Campus Alegrete.

SUMMARY

An outbreak of pleuropneumonia associated with transportation was described in beef cattle. The event occurred on a rural farm located in Alegrete municipality, in the western border region of Rio Grande do Sul State, Brazil. Seven calves died from a total herd of 519 animals. The disease occurred after the animals were transferred from one property to another by land. Approximately three days after transportation and handling procedures, the calves developed clinical signs including apathy, nasal discharge, coughing, dyspnea, reduced appetite, and sialorrhea. Prolonged transportation is considered one of the main predisposing factors for this condition. During transportation, animals are exposed to fasting, dehydration, fatigue, and thermal variations, which lead to increased cortisol levels and impairment of the immune system. Based on epidemiological data, gross lesions, and histopathological findings, a diagnosis of acute fibrinosuppurative pleuropneumonia of bacterial origin associated with transportation was established. The outbreak was investigated in September 2025 by the Pathology Laboratory of Centro Universitário da Região da Campanha, Alegrete Campus.

INTRODUÇÃO

A febre do transporte em bovinos, também denominada complexo respiratório bovino (CRB) ou pneumonia associada ao transporte, é considerada uma das principais causas de morbidade e mortalidade em bovinos jovens, especialmente em sistemas de confinamento ou em animais recém-transportados (Gomes et al., 2025).

A enfermidade ocorre principalmente após situações de estresse intenso, como transporte prolongado, manejo, mistura de animais provenientes de diferentes propriedades e mudanças ambientais. Esses fatores comprometem a resposta imunológica dos animais e favorecem a proliferação de microrganismos oportunistas no trato respiratório (Slompo et al., 2017).

Entre os principais agentes bacterianos envolvidos na patogênese da doença destaca-se *Mannheimia haemolytica*, considerada um dos patógenos mais importantes associados ao complexo respiratório bovino. Esse microrganismo faz parte da microbiota do trato respiratório superior de bovinos saudáveis; entretanto, em condições de estresse ou imunossupressão, pode proliferar e atingir os pulmões, ocasionando pneumonia fibrinosa, pleurite

e, em casos mais graves, septicemia (Silva et al., 2021). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é relatar um surto de febre do transporte em bovinos ocorrido na região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, descrevendo os aspectos epidemiológicos, clínicos e anatomopatológicos da enfermidade.

DESCRIÇÃO DO CASO

Foi atendido pelo Laboratório de Patologia do Centro Universitário da Região da Campanha um bovino macho castrado, cruzamento Hereford × Braford, com aproximadamente 1,8 anos de idade, que apresentou morte súbita após transporte entre propriedades rurais. O surto ocorreu na localidade de Rincão de São Miguel, município de Alegrete, Rio Grande do Sul, Brasil, em 26 de setembro de 2025. No momento da investigação epidemiológica havia dois bezerros doentes e cinco animais mortos, de um total de 590 bovinos machos castrados. Os animais eram mantidos em sistema de semiconfinamento, com fornecimento de ração concentrada, sal mineral e acesso a campo nativo melhorado. Posteriormente, foram retirados dessa propriedade e conduzidos por via terrestre até outra fazenda, sendo deslocados a pé (tropeados). No novo local, passaram a ser mantidos em campo nativo, recebendo apenas suplementação mineral. Aproximadamente cinco dias após o transporte, os animais começaram a apresentar sinais clínicos caracterizados por apatia, febre (39,2 °C), perda de peso, diminuição do apetite, secreção ocular e nasal e dificuldade respiratória. A evolução clínica variava de três a quatro dias, culminando com a morte dos animais afetados. Durante a necropsia de um dos bovinos observou-se, macroscopicamente, acúmulo de líquido na cavidade torácica (hidrotórax) e deposição de exsudato fibrinopurulento sobre as pleuras, com áreas multifocais de aderência. Os pulmões apresentavam espessamento difuso da pleura visceral e dos septos interlobulares. Ao corte, o parênquima pulmonar apresentava consistência firme, com consolidação difusa, coloração vermelho-escura e presença de múltiplos pontos esbranquiçados (Fig 1). Na avaliação histopatológica do pulmão observou-se, no interior de brônquios, bronquíolos e alvéolos, acentuado infiltrado inflamatório multifocal a coalescente, composto predominantemente por neutrófilos íntegros e degenerados, conhecidos como "células em grão de aveia". Nos espaços alveolares havia intensa deposição de material eosinofílico fibrilar compatível com fibrina, associada a edema alveolar. Nos septos interlobulares observou-se acentuado edema, deposição de fibrina e discreto infiltrado neutrofílico. Além disso, foram evidenciadas lesões vasculares caracterizadas por necrose fibrinoide da parede vascular, trombose e vasculite neutrofílica. A pleura apresentava espessamento acentuado devido à deposição de fibrina (Fig. 2)

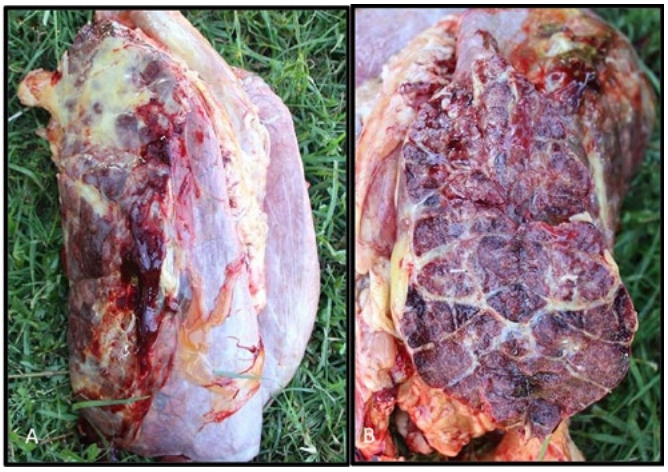


Figura 1: Pulmão com espessamento difuso da pleura visceral (A). Ao corte, o parênquima pulmonar apresentava consistência firme, com consolidação difusa, coloração vermelho-escura e nota-se espessamento dos septos interlobulares (B).

DISCUSSÃO

Do ponto de vista epidemiológico, a febre do transporte ocorre predominantemente em bovinos jovens, especialmente aqueles entre seis meses e dois anos de

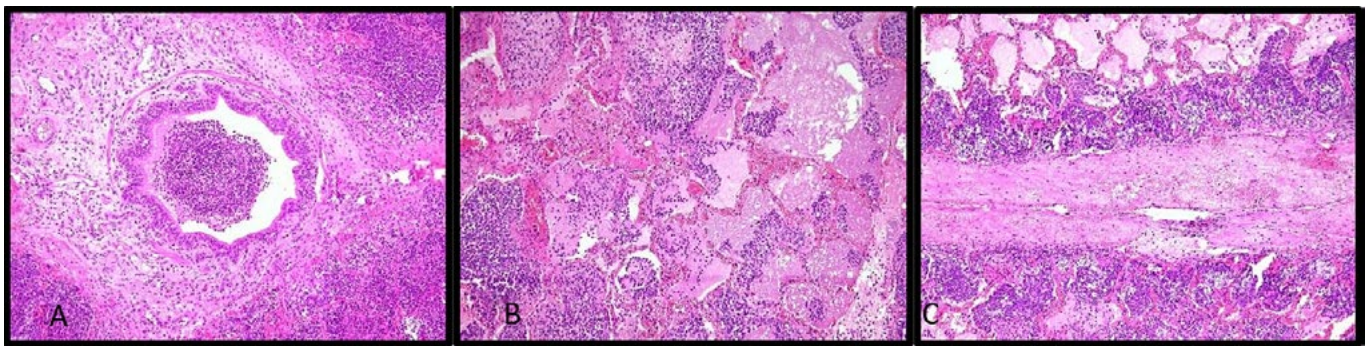


Figura 2: Leões microscópicas no interior de brônquios, bronquíolos e alvéolos, com acentuado infiltrado inflamatório multifocal a coalescente, composto predominantemente por neutrófilos íntegros e degenerados, conhecidos como "células em grão de aveia" (A). Nos espaços alveolares havia intensa deposição de material eosinofílico fibrilar compatível com fibrina, associada a edema alveolar. Nos septos interlobulares observou-se acentuado edema, deposição de fibrina e discreto infiltrado neutrofílico (B). A pleura apresentava espessamento acentuado devido à deposição de fibrina (C).

idade, sendo frequentemente observada em sistemas de engorda e confinamento. A enfermidade está associada a diversos fatores predisponentes, como transporte prolongado, mistura de animais provenientes de diferentes propriedades, superlotação, mudanças abruptas na dieta, variações climáticas e manejo inadequado, conforme descrito por Heidmann et al., (2020), fatores igualmente observados no presente surto. As lesões macroscópicas e microscópicas observadas neste caso são semelhantes às descritas por Headley et al., (2025), incluindo consolidação pulmonar principalmente nos lobos cranioventrais, presença de exsudato fibrinoso, pleurite e áreas de hepatização pulmonar. Microscopicamente, observa-se broncopneumonia fibrinosa ou fibrinossupurativa, necrose do parênquima pulmonar e intensa infiltração de neutrófilos nos alvéolos e bronquíolos. A bactéria *Mannheimia haemolytica* é considerada um dos principais patógenos envolvidos na febre do transporte. Esse agente possui importantes fatores de virulência, como leucotoxinas, capazes de promover destruição de leucócitos e causar lesões pulmonares severas, resultando em broncopneumonia fibrinosa e pleurite. Embora neste caso não tenha sido realizado o isolamento bacteriano, a presença histológica de neutrófilos íntegros e degenerados, denominados “células em grão de aveia”, constitui um achado sugestivo da infecção por *Mannheimia haemolytica*, sendo frequentemente descrito em casos de complexo respiratório bovino.

CONCLUSÃO

A febre do transporte representa um importante desafio sanitário para a bovinocultura moderna, pois envolve múltiplos fatores relacionados ao manejo, ao ambiente e aos agentes infecciosos. O conhecimento da epidemiologia, patogênese e dos fatores de risco associados ao complexo respiratório bovino é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e controle. A adoção de boas práticas de manejo durante o transporte, associada a programas sanitários adequados, pode reduzir significativamente a ocorrência da enfermidade e minimizar perdas produtivas nos sistemas de produção bovina.

BIBLIOGRAFIA

GOMES, I. J. et al. Ocorrência do complexo respiratório bovino: papel de Mannheimia haemolytica na instalação da doença. Simpósio de Ciências Aplicadas, 2025.

HEADLEY, S. A. et al. Bovine respiratory disease in Brazil: histopathological patterns and infectious agents. Universidade Estadual de Londrina, 2025.

HEIDMANN, M. J.; NASCIMENTO, C. G.; CASTRO, B. G. Complexo respiratório bovino no contexto da sanidade animal. Scientific Electronic Archives, 2020.

SILVA, et al. Septicemia em bezerro por Mannheimia haemolytica no estado de Pernambuco, Brasil. Medicina Veterinária, 2021.

SLOMPO, D. et al. Manejo do complexo respiratório bovino em confinamento: revisão. PubVet, 2017.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

DETECCIÓN MOLECULAR DE PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR VECTORES EN BOVINOS EN EL NORTE DEL URUGUAY

Ana Rodríguez Machado[1,2,3]*, Pablo Parodi[2], Soledad Nuñez-de-Moraes[2], Rodrigo Alvez[1], María Laura Félix[1], Alejo Menchaca[2], José Manuel Venzal[1]

1- Laboratorio de Vectores y Enfermedades Transmitidas, Departamento de Ciencias Biológicas, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República, Salto, Uruguay. *nanayo200@gmail.com
2- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Plataforma de Investigación en Salud Animal, Estación Experimental INIA Tacuarembó, Tacuarembó, Uruguay.
3- Programa de Posgrado, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar mediante detección molecular la presencia, prevalencia y distribución de patógenos transmitidos por vectores, principalmente garrapatas, en bovinos de cuatro departamentos del norte de Uruguay. Se analizaron 1.198 muestras de sangre bovina utilizando diferentes ensayos de PCR dirigidos a genes bacterianos (16S ARNr, *flaB*, *dsb* y *msp5*) y al gen 18S ARNr de protozoos. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva. Los amplicones obtenidos para *flaB*, *dsb* y 18S ARNr fueron secuenciados. Se comparó la identidad de las secuencias obtenidas con secuencias disponibles en bases de datos públicas (GenBank) y se realizaron análisis filogenéticos. Se detectó la circulación de *Anaplasma marginale*, *Ehrlichia minasensis*, *Borrelia theileri* y *Babesia bigemina,* con prevalencias del 29,7%, 9,4%, 17,9 y 6.0% respectivamente. La detección de *E. minasensis* constituye el primer registro de este patógeno en el país, mientras que la identificación molecular de *B. theileri* confirma su presencia en Uruguay. En conjunto, estos hallazgos, especialmente la alta prevalencia de *A. marginale*, evidencian un escenario epidemiológico complejo y destacan la importancia de fortalecer las estrategias integradas de diagnóstico y vigilancia de enfermedades transmitidas por vectores en el ganado bovino.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate, through molecular detection, the presence, prevalence, and distribution of vector-borne pathogens, mainly tick-borne, in cattle from four departments in northern Uruguay. A total of 1,198 bovine blood samples were analyzed using different PCR assays targeting bacterial genes (16S rRNA, *flaB*, *dsb*, and *msp5*) and the protozoan 18S rRNA gene. Data were analyzed using descriptive statistics. Amplicons obtained for *flaB*, *dsb*, and 18S rRNA were sequenced. Sequence identities were compared with those available in public databases (GenBank), and phylogenetic analyses were also performed. The circulation of *Anaplasma marginale*, *Ehrlichia minasensis*, *Borrelia theileri*, and *Babesia bigemina* was detected, with prevalences of 29.7%, 9.4%, 17.9%, and 6.0%, respectively. The detection of *E. minasensis* represents the first report of this pathogen in the country, while the molecular identification of *B. theileri* confirms its presence in Uruguay. Overall, these findings, particularly the high prevalence of *A. marginale*, reveal a complex epidemiological scenario and highlight the importance of strengthening integrated diagnostic and surveillance strategies for the management of vector-borne diseases in cattle.

INTRODUCCIÓN

El norte de Uruguay se caracteriza por tener condiciones climáticas subtropicales con ambientes ecológicos favorables para la persistencia y proliferación de la garrapata común del bovino (*Rhipicephalus microplus*), involucrada, entre otros vectores, en la transmisión de patógenos al bovino que ocasionan grandes pérdidas económicas, tanto en Uruguay como en la región (Parodi et al., 2022). En Uruguay estos patógenos (hemoparásitos) se encuentran dentro del reconocido complejo Tristeza Parasitaria (TP) causado por los protozoarios *Babesia bigemina* y *Babesia bovis* y el rickettsial *Anaplasma marginale*, aunque pueden existir otros vectores involucrados. Sumados a los causantes de la TP, otros hemoparásitos como *Trypanosoma vivax*, *Ehrlichia minasensis* y *Borrelia theileri,* han sido descriptos en bovinos en la región (Brasil), los cuales a excepción de *B. theileri* aún no han sido reportados para Uruguay. La región norte de Uruguay concentra casi la mitad del rodeo bovino nacional (DIEA, 2025) y presenta condiciones ambientales favorables para *R. microplus* y otros artrópodos vectores. Además, su condición de zona fronteriza con Brasil la convierte en un área potencial de riesgo para la introducción de los patógenos anteriormente menciona-

dos. El avance en el diagnóstico molecular de patógenos es cada vez más utilizado en Uruguay, gracias a lo cual por ejemplo se han reportado y caracterizado otros agentes como *Trypanosoma evansi* (surra o mal de caderas) y *Leishmania infantum* (leishmaniasis visceral). En este contexto el objetivo del trabajo fue detectar y determinar la prevalencia a través de biología molecular de los agentes de la TP, así como otros hemoparásitos en bovinos de establecimientos de la zona norte del Uruguay fronteriza con Brasil.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un relevamiento descriptivo transversal, seleccionando diez establecimientos ganaderos con sistema tradicional de cría bovina bajo pastoreo continuo con exposición natural a infestaciones por *R. microplus* en cuatro departamentos del norte de Uruguay. La localización de los predios fue: Artigas (n=2), Rivera (n=3), Cerro Largo (n=3) y Tacuarembó (n=2). Se colectaron muestras de sangre entera de ternero/as y vacas en tubos con anticoagulante (EDTA K2+). Las muestras fueron identificadas individualmente y transportadas bajo cadena de frío y conservadas a −20 °C hasta su procesamiento. La extracción de ADN genómico se realizó con kit comercial siguiendo las recomendaciones del fabricante. La búsqueda de patógenos se llevó a cabo mediante la técnica reacción en cadena de la polimerasa a tiempo final (PCR). Todas las muestras fueron sometidas primero a un protocolo multiplex de PCR dirigido al gen 18S ARNr para representantes del orden Piroplasmida y al gen 16S ARNr para géneros de la familia *Anaplasmataceae*. Las muestras que resultaron positivas al gen *16s ARNr*, fueron sometidas a otras dos PCRs, una dirigida al gen *msp5* para la determinación específica de *A. marginale* y otra dirigida al gen *dsb* para la determinación de *Ehrlichia* spp. Además, a todas las muestras se le realizó un protocolo dirigido al gen *flaB*, para la detección de *Borrelia* spp. y otro dirigido al gen 18S ARNr para tripanosomátidos con el objetivo de detectar *Trypanosoma* spp. En todas las recciones se utilizaron controles positivos y agua ultrapura como control negativo. Los productos de PCR fueron verificados mediante electroforesis en gel de agarosa al 1,5, teñido con agente intercalante y observados bajo luz ultravioleta. Los amplicones obtenidos para los genes *flaB*, *dsb* y 18S ARNr del orden Piroplasmida fueron purificados y secuenciados por el método de Sanger. Las secuencias obtenidas se editaron, ensamblaron y depuraron utilizando un software MEGA 12. Posteriormente se compararon con secuencias de referencia disponibles en la base de datos GenBank mediante el algoritmo BLAST para confirmar su identidad molecular. Para el análisis filogenético, las secuencias generadas y las secuencias

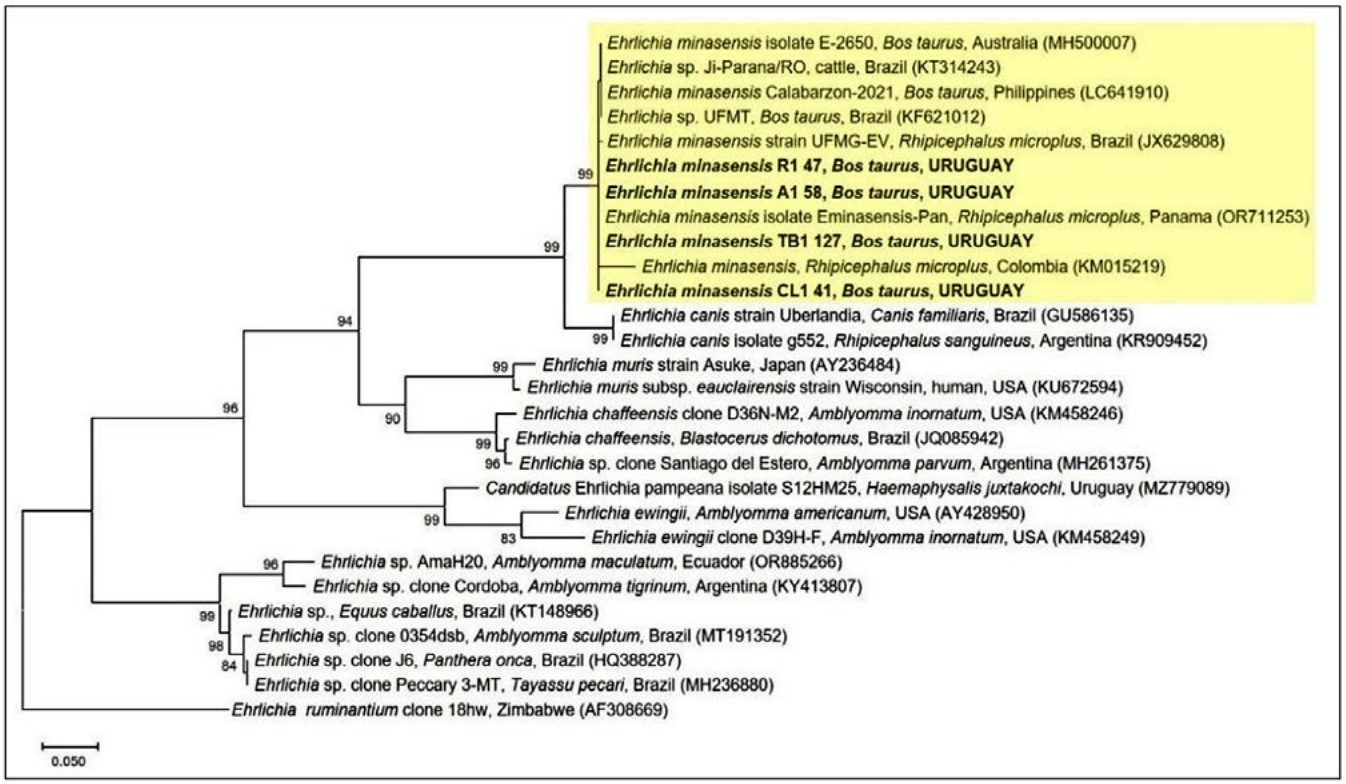


Figura 1. Árbol filogenético de máxima verosimilitud construido con secuencias parciales del gen *dsb* de *Ehrlichia* spp. de acuerdo con el modelo Tamura 3 parámetros. Los números representan el soporte bootstrap generado a partir de 1000 réplicas, se muestran los valores >70. Las secuencias obtenidas en este estudio están en negrita y los números de acceso a GenBank están entre paréntesis. *Ehrlichia ruminantium* fue incluido como grupo externo.

de referencia representativas fueron alineadas mediante alineamiento múltiple utilizando el programa MUSCLE. Se construyeron árboles filogenéticos con el fin de determinar su relación evolutiva mediante el software MEGA 12 (Kumar *et al.,* 2024) utilizando el método máxima verosimilitud.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 1.198 muestras de sangre, en 356 de ellas se detectó ADN de *A. marginale* (gen *msp5*), con una prevalencia de 29,7 % (356/1.198). En 113 muestras se detectó ADN de *Ehrlichia* spp. (*dsb*), siendo la identidad de las secuencias obtenidas de entre 97,73 % a 100 % con secuencias de *E. minasensis*, por lo que la prevalencia fue de 9,4 % (113/1.198). También se obtuvieron amplicones para *Borrelia* spp. (*flaB*) y el orden Piroplasmida (18S ARNr), cuyas secuencias tuvieron una identidad de 95,19 % a 100 % con *B. theileri* y de 98,50 % a 100 % con *B. bigemina* respectivamente. La prevalencia de *B. theileri* fue de 17,9 % (215/1.198) y de *B. bigemina* de 6,0 % (72/1.198). No se detectó ADN de *Trypanosoma* spp. en las muestras estudiadas. El análisis filogenético basado en secuencias parciales del gen *dsb* agrupó las secuencias obtenidas dentro del clado correspondiente a *E. minasensis*, dentro del que se encuentran secuencias previamente reportadas en países de América (Figura 1). De manera similar, el análisis filogenético del gen *flaB* confirmó que todas las secuencias de *Borrelia* se agruparon dentro del clado de *B. theileri*, claramente separadas de otras especies del género (Figura 2).

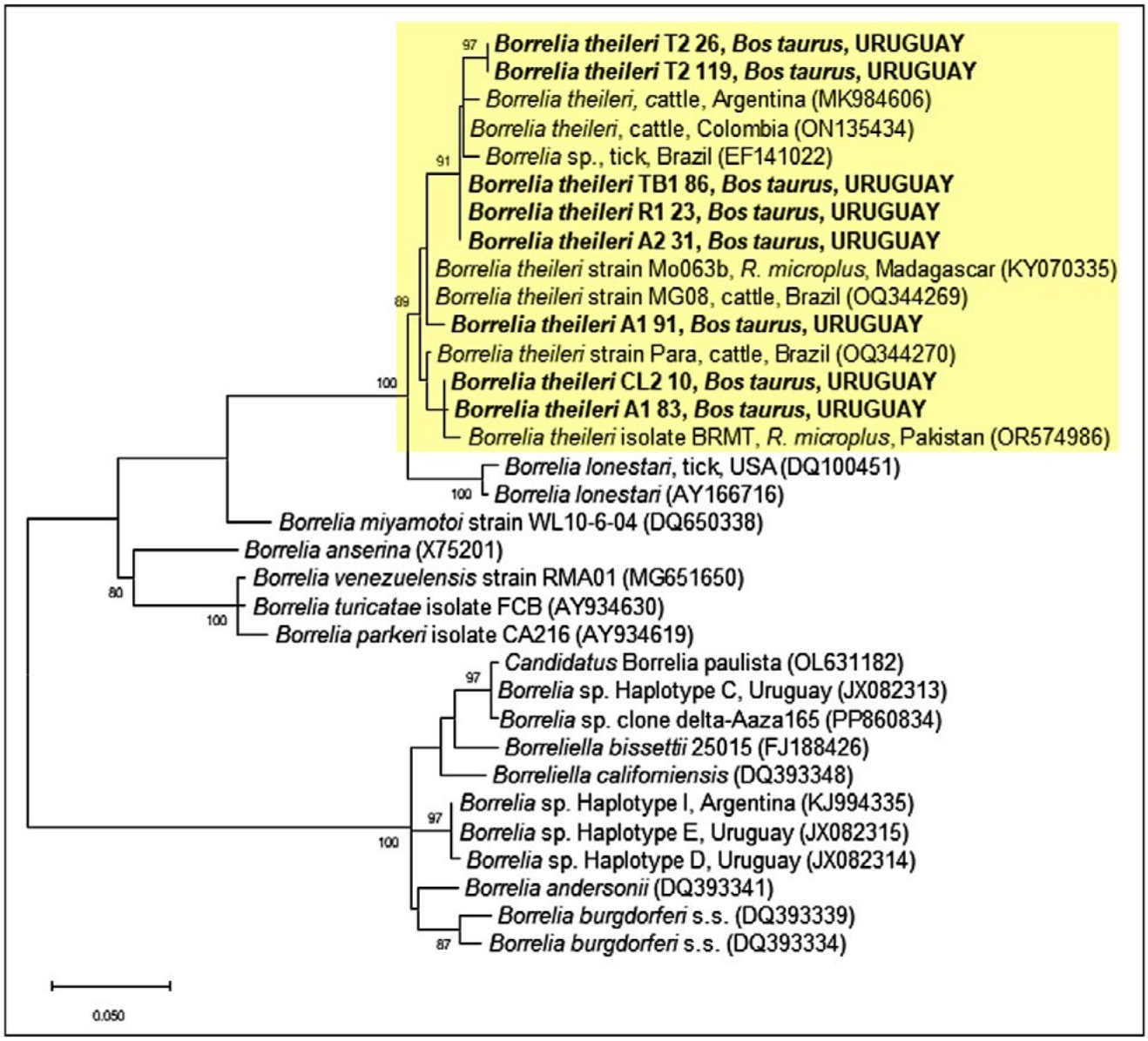


Figura 2. Árbol filogenético de máxima verosimilitud construido con secuencias parciales del gen *flaB* de *Borrelia* spp. de acuerdo con el modelo Tamura 3 parámetros. Los números representan el soporte bootstrap generado a partir de 1000 réplicas, se muestran los valores >70. Las secuencias obtenidas en este estudio están en negrita y los números de acceso a GenBank están entre paréntesis.

La determinación de *A. marginale*, *E. minasensis*, *B. theileri* y *B. bigemina* en prevalencias que se podrían considerar altas (tomando en cuenta que se basó en detección molecular a diferencia de las serológicas), sugiere que existe una circulación constante de estos hemoparásitos y su transmisión a través de vectores. Si bien no se detectó ADN de *Trypanosoma* spp. en las muestras, *A. marginale* y *B. bigemina* pueden ser altamente patógenas en bovinos dependiendo de las condiciones epidemiológicas. En el caso de *E. minasensis*, se comprueba por primera vez para el país, siendo un agente asociado a bovinos y *R. microplus*, con varios reportes en Brasil. En cambio, *B. theileri*, ya existía la evidencia de su presencia en Uruguay, basada en el hallazgo de espiroquetas compatibles con esta especie en bovinos (Cassamagnaghi, 1923). Si bien ambos agentes no tienen la misma patogenicidad que *A. marginale* y *B. bigemina*, se asocian a cuadros febriles con trombocitopenia, hemoglobinuria, mucosas pálidas y linfoadenomegalia, entre otros signos.

CONCLUSIONES

Se detectó la presencia de *E. minasensis* por primera vez para el país y se confirmó a *B. theileri* mediante la obtención de secuencias nucleotídicas. Ninguna de las muestras resultó positiva para *Trypanosoma* spp.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cassamagnaghi, A. (1923). Espiroqueta en los bovinos del Uruguay. *Boletín Mensual Policía Sanitaria de los Animales. 6*: 381.

DIEA. (2025). Anuario Estadístico Agropecuario 2025. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2025/ANUARIO2025.pdf

Kumar, S., Stecher, G., Suleski, M., Sanderford, M., Sharma, S., & Tamura, K. (2024). MEGA12: Molecular Evolutionary Genetic Analysis Version 12 for Adaptive and Green Computing. *Molecular biology and evolution*, *41*(12), msae263. https://doi.org/10.1093/molbev/msae263

Parodi, P., Armúa-Fernández, M. T., Corbellini, L. G., Rivero, R., Miraballes, C., Riet-Correa, F., & Venzal, J. M. (2022). Description of bovine babesiosis and anaplasmosis outbreaks in northern Uruguay between 2016 and 2018. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, *29*, 100700. https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2022.100700

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

MOSCAS CALLIPHORIDAE DE IMPLICANCIAS SANITARIAS EN EL GANADO BOVINO EN URUGUAY

Camila Dalmorra [1,2]*, Anderson Saravia[2], Larissa Carneiro[3], Pablo Fresia[4,5], Taís Madeira-Ott[6], Alejo Menchaca[2], Rodrigo Kruger[1], Pablo Parodi[2]

1- Laboratório de Ecologia de Parasitos e Vetores – Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Rio Grande do Sul, Brazil.
2- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Plataforma de Investigación en Salud Animal, Tacuarembó, Uruguay.
3- Professor at Universidade Castelo Branco (UCB), Rio de Janeiro, Brazil.
4- Unidad Mixta Pasteur + INIA (UMPI), Institut Pasteur de Montevideo, Montevideo, Uruguay
5- Unidad de Bioinformática, Institut Pasteur de Montevideo, Montevideo, Uruguay
6- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense.
* dalmorracamis@gmail.com

RESUMEN

Las moscas Calliphoridae representan un problema sanitario en la producción bovina por su capacidad de causar miasis y pérdidas productivas. En muestreos mensuales realizados en Colonia y Tacuarembó se observaron diferencias en la composición y abundancia de especies, con predominio de *Chrysomya albiceps* y del complejo *Lucilia eximia–ochricornis*. Los resultados indican que el riesgo sanitario no se limita a *Cochliomyia hominivorax*, sino que involucra múltiples especies.

SUMMARY

Calliphoridae flies represent a sanitary concern in cattle production due to their ability to cause myiasis and productive losses. Monthly samplings conducted in Colonia and Tacuarembó showed differences in species composition and abundance, with predominance of *Chrysomya albiceps* and the *Lucilia eximia–ochricornis* complex. The results indicate that the sanitary risk is not limited to *Cochliomyia hominivorax*, but involves multiple species.

INTRODUCCIÓN

La buiatría moderna enfrenta el desafío de conciliar alta productividad con bienestar animal y seguridad sanitaria (van Marle-Köster & Visser, 2021). En este contexto, las moscas Calliphoridae las moscas de la familia Calliphoridae son ectoparásitos relevantes en la producción bovina por su asociación con los animales y su papel en miasis y transmisión mecánica de patógenos, aunque históricamente han sido subestimadas frente a otros ectoparásitos como las garrapatas (Guimarães, Papavero & Prado, 1983; Guimarães & Papavero, 1999).

La interacción entre los califóridos y el ganado bovino trasciende la simple irritación cutánea, desencadenando una serie de procesos patofisiológicos que afectan el comportamiento, el metabolismo y la respuesta inmunológica del hospedador (Guimarães & Papavero, 1999 Las especies de Lucilia y Chrysomya, así como Cochliomyia hominivorax colonizan heridas y tejidos expuestos, favoreciendo la instalación de miasis, lo que genera dolor intenso, estrés agudo y crónico, disminución de la eficiencia productiva y mayor susceptibilidad a infecciones secundarias (Broom & Fraser, 2015)

En Uruguay, la problemática de las miasis bovinas ha sido abordada tradicionalmente con un enfoque centrado casi exclusivamente en *C. hominivorax*, debido a su elevada relevancia sanitaria y económica (Fresia *et al*, 2021). No obstante, diversas especies de Calliphoridae coexisten en los ambientes ganaderos y participan activamente en la perturbación del ganado, actuando como agentes de miasis facultativas o secundarias y agravando lesiones preexistentes (Guimarães & Papavero, 1999; Broom & Fraser, 2015; Fresia *et al*, 2021). En este sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo identificar las especies de Calliphoridae en distintas regiones del país asociadas al ganado bovino, contribuyendo a un enfoque sanitario más amplio e integrado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló en dos departamentos de Uruguay, Colonia (INIA La Estanzuela) y Tacuarembó (INIA Tacuarembó), seleccionadas por su importancia ganadera y por presentar condiciones ambientales contrastantes.

Las colectas se llevaron a cabo de forma mensual, entre diciembre de 2023 y noviembre de 2024. Para la captura de los califóridos se utilizó una trampa (una por cada punto de muestreo) diseñada para moscas califoras utilizando como atrayente hígado bovino en descomposición (Medeiros et al., 2024; ver figura 1). Las trampas fueron instaladas en puntos estratégicos cercanos a

corrales, áreas de descanso y sitios frecuentados por el ganado. Las moscas capturadas fueron retiradas de las trampas en tres momentos sucesivos del proceso de descomposición del atractivo, correspondientes a 3, 6 y 9 días de exposición, con el fin de registrar la sucesión de especies atraídas en distintas fases de degradación del atrayente (datos no mostrados) y la frecuencia total por cada mes. Los ejemplares recolectados fueron contados e identificados morfológicamente hasta el nivel de género o especie, utilizando las claves morfológicas de Dear (1985); Carvalho y Ribeiro (2000); Mariluis & Schnack (2002); Whitworth (2006, 2010); Grella et al. (2015).

Figura 1. Trampa utilizada (Medeiros et al., 2024) para la colecta de moscas califoras. En su interior contiene hígado en descomposición y en ambos lados recipientes de captura con alcohol 95%.

El análisis de los datos se centró en la composición y diversidad de especies registradas por región, con énfasis en aquellas especies reconocidas por su relevancia sanitaria, su asociación con miasis y su implicancia en la práctica veterinaria.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición específica de Calliphoridae presentó diferencias marcadas entre Tacuarembó y Colonia, tanto en abundancia como en dominancia de especies. En Tacuarembó predominó *Chrysomya albiceps*, seguida por *Chrysomya megacephala*, lo que concuerda con su preferencia por ambientes cálidos, abiertos y asociados a la ganadería, así como por su alta capacidad competitiva y su rol en procesos de descomposición y miasis secundarias (Greenberg & Kunich, 2002). En contraste, en Colonia dominó el complejo *Lucilia eximia-ochricornis*, posiblemente debido a condiciones más húmedas, mayor influencia antrópica y cercanía a áreas urbanas, desta-

Tabla I. Comparación de la abundancia de Calliphoridae de importancia veterinaria en dos regiones ganaderas de Uruguay

Especies	Tacuarembó (N)	%	Colonia (N)	%
Calliphora lopesi (Mello, 1962)	1	0,01	394	2,91
Calliphoria vicina (Robineau-Desvoidy, 1830)	1	0,01	12	0,09
Chrysomya albiceps (Wiedemann, 1819)	**7269**	**68,72**	**4337**	**32,03**
Chrysomya megacephala (Fabricius, 1794)	**1928**	**18,23**	**95**	**0,70**
Chrysomya putoria (Wiedemann, 1818)	45	0,43	8	0,06
Chrysomya rufifacies (Macquart , 1842)	3	0,03	12	0,09
Cochliomyia hominivorax (Coquerel, 1858)	**15**	**0,14**	**34**	**0,25**
Cochliomyia macellaria (Fabricius, 1775)	**861**	**8,14**	**324**	**2,39**
Hemilucilia benoist (Séguy, 1925)	1	0,01	0	0,00
Hemilucilia segmentaria (Fabricius, 1805)	1	0,01	0	0,00
Hemilucilia semidiaphana (Rondani, 1850)	12	0,11	77	0,57
Hemilucilia souzalopesi (Mello, 1972)	3	0,03	0	0,00
Complex Lucilia eximia-ochricornis (Wiedemann, 1819)	**399**	**3,77**	**8101**	**59,82**
Lucilia cuprina (Wiedemann, 1830)	11	0,10	25	0,18
*Lucilia sericata (*Meigen, 1826)	12	0,11	12	0,39
Sarconesia chlorogaster (Wiedemann, 1830)	15	0,14	70	0,52
Total	**10577**	**100**	**13542**	**100**

cándose su relevancia sanitaria como vector mecánico de patógenos y agente de miasis facultativas (Guimarães & Papavero, 1999).

Cochliomyia macellaria estuvo presente en ambas regiones con abundancias moderadas, actuando como colonizadora secundaria de heridas en sistemas ganaderos (Guimarães & Papavero, 1999; Koller, Barros, & Corrêa, 2011). *Cochliomyia hominivorax* fue registrada en ambas regiones; sin embargo, presentó una baja representatividad relativa en las muestras. Este patrón es consistente con estudios previos que indican que la especie frecuentemente exhibe menor abundancia en comparación con otras Calliphoridae en levantamientos de campo (Vianna et al., 1998; Azevedo & Krüger, 2013). Aun así, su importancia sanitaria permanece elevada, ya que se trata de la principal especie responsable de miasis primaria en vertebrados domésticos en las Américas, siendo capaz de iniciar el proceso parasitario en tejidos vivos (Guimarães & Papavero, 1999). La presencia de especies menos abundantes, como *Hemilucilia semidiaphana*, *Hemilucilia segmentaria* y *Chrysomya putoria*, incrementa la diversidad local y refuerza la importancia de los relevamientos faunísticos, dado su rol ecológico incluso a bajas densidades (Carvalho & Mello-Patiu, 2008) (ver tabla I). En conjunto, las variaciones observadas reflejan diferencias climáticas, de uso del suelo, manejo ganadero y grado de antropización, con implicancias directas para la sanidad animal, la salud pública y el manejo integrado de moscas de importancia veterinaria en Uruguay.

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares indican que las áreas ganaderas de Uruguay albergan una diversidad relevante de Calliphoridae de importancia sanitaria, con diferencias regionales en la composición y abundancia de especies entre Colonia y Tacuarembó. La dominancia de *C. albiceps* y del complejo *L. eximia-ochricornis* indica que el riesgo sanitario no se limita a *C. hominivorax*, sino que involucra múltiples especies potencialmente miasígenas y oportunistas. En consecuencia, los programas de vigilancia y manejo sanitario en buiatría deben incorporar la diversidad local de califóridos como un componente clave para la prevención y control en sistemas bovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Azevedo, R. R., & Krüger, R. F.. (2013). The influence of temperature and humidity on abundance and richness of Calliphoridae (Diptera). Iheringia. Série Zoologia, 103(2), 145–152. https://doi.org/10.1590/S0073-47212013000200010

Broom, D. M., & Fraser, A. F. (2015). *Domestic animal behaviour and welfare* (5th ed.). CABI. https://doi.org/10.1079/9781780642841.0000

Carvalho, C., & Ribeiro, P. B. (2000). Chave de identificação das espécies de Calliphoridae (Diptera) do sul do Brasil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 9, 169–173.

Carvalho, C. J. B., & Mello-Patiu, C. A. (2008). Key to adults of the most common forensic species of Diptera in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia, 52*(3), 390–406. https://doi.org/10.1590/S0085-56262008000300012

Dear, J. P.. (1985). A revision of the New World Chrysomyini (Diptera: Calliphoridae). Revista Brasileira De Zoologia, 3(3), 109–169. https://doi.org/10.1590/S0101-81751985000300001

Fresia, P.; Pimentel, S.; Iriarte, V.; Marques, L.; Durán, V.; Saravia, A.; Novas, R.; Basika, T.; Ferenczi, A.; Castells, D.; Saporiti, T.; Cuore, U.; Losiewicz, S.; Fernández, F. 2021. Historical perspective and new avenues to control the myiasis-causing fly Cochliomyia hominivorax in Uruguay. Agrociencia Uruguay, 25(2): e974.https://doi.org/10.31285/AGRO.25.974

Greenberg, B., & Kunich, J. C. (2002). *Entomology and the law: Flies as forensic indicators*. Cambridge University Press.

Grella, M. D., Savino, A. G., Paulo, D. F., Mendes, F. M., Azeredo-Espin, A. M. L., Queiroz, M. M. C., Thyssen, P. J., & Linhares, A. X. (2015). Phenotypic polymorphism of Chrysomya albiceps (Wiedemann) (Diptera: Calliphoridae) may lead to species misidentification. Acta Tropica, 141(Part A), 60–72. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2014.09.011

Guimarães, J. H., & Papavero, N. (1999). Miíase em animais da região neotropical: Base de dados bibliográfica. Editora Plêiade/FAPESP.

Koller, W. W., Barros, A. T. M. D., & Corrêa, E. C. (2011). Abundance and seasonality of Cochliomyia macellaria (Diptera: Calliphoridae) in Southern Pantanal, Brazil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 20(1), 27–30.

Mariluis, J. C., & Schnack, J. A. (2002). Calliphoridae de la Argentina: Sistemática, ecología e importancia sanitaria (Diptera, Insecta). In Actualizaciones en artropodología sanitaria argentina (Publicación Monográfica 2, pp. 23–37). RAVE – Red Argentina de Estudios de Artrópodos Vectores de Enfermedades Humanas.

Medeiros, R., Pédra, M. G. M., Fonseca, L. dos S., Duarte, J. L. P., Zafalon-Silva, Â., Marques, R., Kirst, F. D., & Krüger, R. F.. (2024). Effects of burned liver on necrophagous flies in southern Brazil. Revista Brasi-

leira De Entomologia, 68(4), e20240048. https://doi.org/10.1590/1806-9665-RBENT-2024-0048

van Marle-Köster, E., & Visser, C. (2021). Animal breeding and genetics in the context of animal welfare. *Animal Frontiers, 11*(1), 6–15. https://doi.org/10.1093/af/vfaa047

Vianna, E. E. S., Brum, J. G. W., Ribeiro, P. B., Berne, M. E. A., & Silveira-Jr., P. (1998). Sinanthropy of Calliphoridae (Diptera) in Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 7, 141–147.

Whitworth, Terry L. (2006). Chaves para os gêneros e espécies de moscas varejeiras (Diptera: Calliphoridae) da América do Norte, ao norte do México. Anais da Sociedade Entomológica de Washington , 108 , 689-725. https://www.biodiversitylibrary.org/part/69166

Whitworth, T. (2010). Chaves para os gêneros e espécies de moscas varejeiras (Diptera: Calliphoridae) das Índias Ocidentais e descrição de uma nova espécie de Lucilia Robineau-Desvoidy. Zootaxa , 2663 (1), 1–35. https://doi.org/10.11646/zootaxa.2663.1.1

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

ABORTOS ASOCIADOS AL CONSUMO DE *Acanthostyles buniifolius* REPORTE DE BROTE NATURAL

Alejandra Capelli[1]*, Jorge Martínez[2] , Bernardo Lockhart[3], Santiago Sosa[1], Joaquín Heredia[1], Luciana Currais[1], Mariana Perdomo[1], Carmen García y Santos[1]

1- Unidad Académica de Toxicología, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. Ruta 8, Km 18.
*Autor de correspondencia: capelli.fvet@gmail.com
2- Ejercicio liberal, San José – Uruguay.
3- Campo Experimental N°2, Ruta 1, km 42.5 – Libertad, Uruguay.

RESUMEN

En Uruguay, las etiologías infecciosas representan las causas más frecuentemente diagnosticadas de aborto en bovinos, mientras que asociadas al consumo de plantas han sido escasamente reportadas. El objetivo de este trabajo es describir un brote de abortos en bovinos asociado al consumo de *Acanthostyles buniifolius* (chirca negra). En febrero de 2025, en San José, Uruguay, 126 vacas con aproximadamente siete meses de gestación fueron trasladadas a un potrero de campo natural con predominio de *A. buniifolius*. Cinco días después del ingreso comenzaron a registrarse abortos, totalizando 26 casos en 15 días. Se observó que hojas y brotes de la planta habían sido consumidos en su totalidad. Las pruebas diagnósticas descartaron posibles causas infecciosas. Tras el suministro de alfalfa *ad libitum*, los animales dejaron de consumir la planta y cesaron los abortos, sugiriendo una posible asociación entre su ingestión y la ocurrencia de abortos.

SUMMARY

In Uruguay, infectious causes are the most frequently diagnosed causes of abortion in cattle, while cases associated with plant consumption have been rarely reported. The objective of this study is to describe an outbreak of abortion in cattle associated with the consumption of *Acanthostyles buniifolius* (*chirca negra*). In February 2025, in San José, Uruguay, 126 cows approximately seven months pregnant were moved to a natural pasture dominated by *A. buniifolius*. Five days after arrival, abortions began to occur, totaling 26 cases over 15 days. It was observed that the plant's leaves and shoots had been completely consumed. Diagnostic tests ruled out possible infectious causes. After alfalfa was provided ad libitum, the animals stopped consuming the plant and the abortions ceased, suggesting a possible association between its ingestion and the occurrence of abortions.

INTRODUCCIÓN

El aborto en bovinos constituye una de las principales pérdidas en los sistemas productivos, generando impactos económicos asociados a pérdidas fetales y disminución de la eficiencia reproductiva. La ocurrencia de abortos en rodeos bovinos puede tener múltiples etiologías y representa un problema sanitario (Givens & Marley, 2008; Mee, 2020). En Uruguay, las enfermedades infecciosas constituyen las causas más frecuentes de abortos en bovinos; entre las etiologías asociadas al consumo de plantas tóxicas, únicamente se ha reportado un brote vinculado a la ingestión de *Cupressus arizonica* (Riet-Correa et al., 2024). A su vez, las plantas tóxicas constituyen una causa reconocida de abortos, ya que algunas contienen principios tóxicos que pueden afectar la gestación, provocar muerte embrionaria, abortos o el nacimiento de animales débiles. En países del Cono Sur, como Argentina, Brasil y Uruguay, los sistemas de producción bovina suelen basarse en pastoreo a campo natural, siendo frecuente la exposición a especies vegetales tóxicas (Tokarnia et al., 2012; Riet-Correa et al., 2011). En este contexto, *Acanthostyles buniifolius* (chirca negra), una especie ampliamente distribuida en estos sistemas contiene aceites esenciales ricos en monoterpenos, principalmente sabineno, los cuales presentan actividad biológica significativa, incluyendo efectos antifúngicos e insecticidas, evidenciando su potencial citotóxico y su capacidad de interferir con procesos biológicos celulares (Guerra et al., 2015b; Moreni et al., 2018). En este sentido, el objetivo del presente trabajo es describir un brote de abortos en bovinos asociado a la ingestión de *Acanthostyles buniifolius*, ocurrido en Uruguay.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El motivo de consulta fue la ocurrencia de abortos en un rodeo de vacas secas, multíparas de raza Holando que habían sido recientemente trasladadas a un potre-

ro de campo natural. En febrero de 2025, en un establecimiento ubicado en el departamento de San José, Uruguay (34°14'54.6"S, 56°49'33.9"O), 126 vacas con aproximadamente siete meses de gestación, preñadas mediante inseminación artificial fueron trasladadas a un potrero de siete hectáreas, que distaba dos kilómetros del tambo con disponibilidad de agua y abundante forraje, compuesto principalmente por especies nativas como *Paspalum* sp., *Cynodon* sp. y *Ayra* sp (Figura 1A). A pesar de la oferta de pasturas presentes en el potrero, se observó que los animales consumían casi exclusivamente hojas y brotes de *A. buniifolius* conocida popularmente como chirca negra. (Figura 1B). Los primeros abortos se registraron cinco días después del ingreso de los animales al potrero. En un período de 15 días se registraron 26 abortos en el rodeo afectado, presentado una Morbilidad del 20.6%. Los animales afectados contaban con plan sanitario al día, incluyendo vacunación semestral con Bovisan® total de laboratorio Virbac, además el establecimiento cuenta con refrendación anual vigente. Con el objetivo de descartar etiologías infecciosas, se realizaron pruebas diagnósticas para brucelosis, leptospirosis y neosporosis en la mitad de las vacas que habían abortado. Los resultados fueron negativos para brucelosis y leptospirosis, mientras que un 6 % de los animales resultó seropositivo para *Neospora* sp. Se realizó el examen post mortem de uno de los fetos abortados. La necropsia fue llevada a cabo en el laboratorio de la Dirección de Laboratorios Veterinarios (DILAVE), sede Montevideo. Durante el examen macroscópico se observó cardiomegalia, caracterizada por un engrosamiento del tabique interventricular y de las paredes ventriculares. El estudio histopatológico reveló un aumento en la densidad de cardiomiocitos, sin observarse lesiones significativas en otros órganos evaluados. A partir del líquido pleural fetal se realizaron pruebas serológicas para la detección de anticuerpos contra *Brucella* sp. y *Leptospira* sp., las cuales resultaron negativas. También se realizaron cultivos bacteriológicos a partir de tejidos fetales los cuales fueron negativos para *Campylobacter fetus*, *Trichomonas fetus*, *Salmonella* sp. y *Brucella* sp. Como medida de manejo, se comenzó a suministrar fardos de alfalfa *ad libitum* al rodeo. Tras la incorporación de los fardos, se observó que los animales dejaron de consumir *A. buniifolius* y no se registraron nuevos abortos. Estos hallazgos sugieren una posible asociación entre el consumo de *A. buniifolius* y la ocurrencia de abortos en los animales que la consumían. Este hecho presenta implicancias sanitarias y productivas para los sistemas ganaderos de Uruguay, donde predomina el pastoreo extensivo sobre campo natural y donde esta especie vegetal, perteneciente a la familia Asteraceae, se encuentra ampliamente distribuida. La chirca negra, como se conoce vulgarmente a *A. buniifolius*, ha sido mencionada como sospechosa de ocasionar pérdidas productivas en el ganado. Sin embargo, hasta el momento no se han documentado informes previos que describan su posible asociación con abortos en bovinos.

DISCUSIÓN

En base al tiempo de exposición de los animales con *A. bunnifolius* y la aparición de los abortos, junto con el cese de estos tras los cambios realizados en la dieta, refuerzan la hipótesis de una posible etiología tóxica. Es conocido que el consumo de especies vegetales potencialmente tóxicas puede verse favorecido por cambios en la disponibilidad de forraje, traslado de animales a nuevos

Figura 1A. Potrero problema, abundante presencia de *Acanthostyles buniifolius.* 1B. *Acanthostyles buniifolius* consumida por los animales.

potreros o desconocimiento de los animales a determinadas especies vegetales (Riet-Correa *et al.,* 2011; Tokarnia *et al*., 2012). En este caso, a pesar de existir disponibilidad de forraje en el potrero, las vacas seleccionaban la chirca negra y solo dejaron de consumirla cuando se le suministraron los fardos de alfalfa. Este comportamiento podría haber estado favorecido por el fenómeno de facilitación social, por el cual algunos individuos comienzan a ingerir una planta que normalmente rechazan y después los demás adquieren el mismo comportamiento. Este mecanismo esta descrito en varias intoxicaciones por plantas en America del Sur, donde el aprendizaje social facilita la ingestión de plantas tóxicas (Riet-Correa *et al*., 2023). El diagnóstico diferencial de abortos en bovinos incluye numerosas causas infecciosas y no infecciosas. En este brote de abortos se descartaron las etiologías infecciosas más frecuentes *Brucella abortus*, *Leptospira* spp., *Neospora caninum*, así como otros agentes bacterianos y protozoarios (Anderson, 2007; Givens & Marley, 2008). Si bien el 6% de los animales presentó serología positiva para *Neospora* sp., este bajo porcentaje y la ausencia de lesiones histopatológicas compatibles en el feto examinado sugieren que este agente no fue el principal responsable del brote. Además, los abortos asociados a *Neospora caninum* suelen presentarse de forma endémica dentro de los rodeos, con casos esporádicos o distribuidos en el tiempo (Dubey & Schares, 2011). Los hallazgos patológicos observados en el feto abortado podrían estar asociados a alteraciones durante la gestación inducidas por la exposición materna al/los compuesto/s tóxico/s. En América del Sur, diversas especies vegetales han sido asociadas con trastornos reproductivos en rumiantes, incluyendo aborto, muerte embrionaria o malformaciones congénitas (Riet-Correa *et al*., 2011; Tokarnia *et al*., 2012). Sin embargo, no hay información disponible sobre los efectos tóxicos de *A. buniifolius*.

CONCLUSIONES

El presente reporte aporta evidencia epidemiológica que sugiere una asociación entre el consumo de *A. buniifolius* y la ocurrencia de abortos en bovinos. No obstante, aunque en un ensayo experimental realizado por la Unidad de Toxicología de Facultad de Veterinaria permitió reproducir un aborto tras la ingestión de material vegetal del brote, se requieren estudios adicionales para confirmar su potencial efecto abortivo, incluyendo análisis toxicológicos y la identificación de los compuestos responsables de tal efecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Buroni, F., Gardner, D., Boabadaid, F., Oliveira, L., de Nava, G., López, F., Riet-Correa, F. (2020). Spontaneous abortion in cattle after consumption of Hesperocyparis (Cupressus) macrocarpa (Hartw.) Bartel and Cupressus arizonica (Greene) needles in Uruguay. Toxicon 181: 53-56.

Dubey, J. P., Schares, G. (2011). Neosporosis in animals—The last five years. *Veterinary Parasitology*, 180, 90–108.

Guerra, M. L., Lizarraga, E. F., Catalán, C. A. N., & Vizoso Pinto, M. G. (2015). *Composición química del aceite esencial de Acanthostyles buniifolius (Asteraceae) y su actividad antifúngica sobre Candida spp.* Libro de resúmenes del III Congreso Bioquímico del Litoral y las XVI Jornadas Argentinas de Microbiología. Asociación Argentina de Microbiología.

Givens, M. D., Marley, M. S. D. (2008). Infectious causes of embryonic and fetal mortality. *Theriogenology*, 70, 270–285.

Mee, J.F. (2020) Investigation of bovine abortion and stillbirth/perinatal mortality. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 36, 461–477.

Moreni, N., Werdin González, J. O., Yeguerman, C., Stefanazzi, N., Rodríguez, S. (2018). *Actividad insecticida del aceite esencial de Acanthostyles buniifolius sobre insectos plaga de granos almacenados*. VI Jornadas Nacionales de Plantas Aromáticas Nativas y sus Aceites Esenciales. II Jornadas Nacionales de Plantas Medicinales Nativas. Sociedad Argentina de Botánica. Buenos Aires

Riet-Correa, F., Medeiros, R. M. T., Schild, A. L., Lemos, R. A. A. (2011). *Poisoning by plants, mycotoxins and related toxins in livestock in Brazil*. Toxicon, 56, 319–338.

Riet-Correa, F., Machado, M., & Micheloud, J. F. (2023). Plants causing poisoning outbreaks of livestock in South America: A review**.** *Toxicon: X*, 17, 100150. https://doi.org/10.1016/j.toxcx.2023.100150

Riet-Correa, F., Easton, M., Dutra, F., Rivero, R., Driemeier D. (2024). Abortos en Bovinos. XLII Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay.

Tokarnia, C. H., Brito, M. F., Barbosa, J. D., Peixoto, P. V., Döbereiner, J. (2012). *Plantas tóxicas do Brasil*. Rio de Janeiro: Helianthus.

SEROPREVALENCIA Y ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN ENTRE *Neospora Caninum* Y EL VIRUS DE LA LEUCOSIS BOVINA EN VAQUILLONAS DE RECRÍA: resultados preliminares

Abraham Noda[1], Yisel Cuello[1], Soledad Echeverria[2], Valentina Skuras[1], Carolina Fiol[3], Andres Cabrera[2,4], Laureana de Brun[1*]

1- Departamento de Patobiología, Unidad de Microbiología, Facultad de Veterinaria, UdelaR, Montevideo, Uruguay;
2- Laboratorio Interacciones Hospedero-Patógeno, Institut Pasteur;
3- Departamento de producción animal, Unidad de Producción de Bovinos, Facultad de Veterinaria, UdelaR;
4- Unidad Academica de Parasitología y Micología, Facultad de Medicina, UdelaR
*laureanadebrun@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estimar la seroprevalencia e incidencia de Leucosis Bovina Enzoótica (BLV) y *Neospora caninum*, y evaluar la posible asociación entre ambas infecciones en dos sistemas de recría (tradicional e intensivo). El estudio se realizó en un campo de recría comercial del sur de Uruguay, donde se siguieron longitudinalmente 1325 terneras Holando desde su ingreso al sistema hasta su egreso como vaquillonas próximas al primer parto. Para el presente análisis se seleccionó un subconjunto de 296 animales (149 del sistema intensivo y 147 del tradicional). Se obtuvieron muestras sanguíneas en tres momentos: ingreso (septiembre 2024), previo a la inseminación artificial (mayo 2025) y previo al egreso (diciembre 2025). La detección de anticuerpos contra BLV se realizó mediante ELISA comercial y para *Neospora caninum* mediante ELISA indirecto *in house.* La seroprevalencia de BLV aumentó durante el período de recría, pasando de 26,7% (79/296) al ingreso a 37,7% (98/260) en mayo y 52,7% (116/220) en diciembre. La incidencia de seroconversión fue mayor en el sistema tradicional (31,7%) que en el intensivo (12,1%), observándose mayor riesgo de infección en el sistema tradicional (RR = 2,63; OR = 3,38; IC95%: 1,69–6,76; p < 0,001). En contraste, la seroprevalencia frente a *Neospora caninum* fue baja al ingreso y presentó un aumento en mayo, pasando de 0,0 a 15,9% en el sistema tradicional y de 3,7 a 22,1% en el intensivo. La coinfección fue poco frecuente y no se observó asociación significativa entre BLV y *Neospora caninum* (OR= 1,05; p= 0,96). Estos resultados evidencian una importante transmisión de BLV durante la recría, particularmente en el sistema tradicional, mientras que la infección por *Neospora caninum* presentó frecuencias variables, con un marcado aumento en mayo, y no mostró asociación con BLV.

SUMMARY

The objective of this study was to estimate the seroprevalence and incidence of Bovine Leukemia Virus (BLV) and *Neospora caninum*, and to evaluate the possible association between both infections in two rearing systems (traditional and intensive). The study was conducted on a commercial rearing farm in southern Uruguay, where 1,325 Holstein calves were followed longitudinally from their entry into the system until their exit as heifers close to their first calving. For the present analysis, a subset of 296 animals (149 from the intensive system and 147 from the traditional system) was selected. Blood samples were obtained at three time points: entry (September 2024), prior to artificial insemination (May 2025), and prior to exit (December 2025). Antibodies against BLV were detected using a commercial ELISA, and antibodies against *Neospora caninum* were detected using an *in house* indirect ELISA. The seroprevalence of BLV increased during the rearing period, from 26.7% (79/296) at admission to 37.7% (98/260) in May and 52.7% (116/220) in December. The incidence of seroconversion was higher in the traditional system (31.7%) than in the intensive system (12.1%), with a higher risk of infection observed in the traditional system (RR = 2.63; OR = 3.38; 95% CI: 1.69–6.76; p < 0.001). In contrast, seroprevalence for *Neospora caninum* was low at admission and increased in May, rising from 0.0 to 15.9% in the traditional system and from 3.7 to 22.1% in the intensive system. Coinfection was rare, and no significant association was observed between BLV and *Neospora caninum* (OR = 1.05; p = 0.96). These results show significant BLV transmission during rearing, particularly in the traditional system, while *Neospora caninum* infection showed variable frequencies, with a marked increase in May, and no association with BLV.

INTRODUCCIÓN

La Leucosis Bovina Enzoótica (LBE), causada por el virus de la Leucosis Bovina (BLV), y la neosporosis bovina, producida por *Neospora caninum*, constituyen dos de las principales enfermedades crónicas que afectan la producción lechera en Uruguay. El BLV presenta altas prevalencias en rodeos nacionales (70–90%) (Riet-Correa et al., 2019) y es considerada la principal virosis que afecta al ganado lechero en Uruguay asociándose a alteraciones del sistema inmune y pérdidas productivas (De Brun, 2018). Por su parte, *N. caninum* es una de las principales causas de aborto bovino, con elevada distribución en establecimientos lecheros del país y seroprevalencias cercanas al 22% (Macchi et al., 2020). Los campos de recría comercial, que concentran terneras provenientes de múltiples tambos, son claves en la dinámica sanitaria regional y podrían actuar como puntos de amplificación y redistribución de agentes infecciosos. Sin embargo, existe escasa información sobre la situación sanitaria conjunta de BLV y *N. caninum* en este tipo de sistemas. El objetivo del presente estudio fue determinar la seroprevalencia de BLV y *N. caninum* en terneras Holando de un campo de recría comercial del sur del Uruguay y explorar su posible asociación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el establecimiento de recría "La Cruz" (Florida, Uruguay), perteneciente a la sociedad de productores de leche de Florida (SPLF) donde se realizó el seguimiento longitudinal de 1325 terneras desde su ingreso al sistema hasta su egreso como vaquillonas próximas al primer parto, provenientes de 53 establecimientos. Los animales se manejaron en dos sistemas productivos: tradicional e intensivo el cual es seleccionado por el productor. El sistema tradicional se basa en un manejo pastoril el cual es manejado en lotes mediante franjas con suplementación estratégica de silo y fardos. En el sistema intensivo las vaquillonas son manejadas a corral, con alimentación balanceada TMR. Para el presente trabajo se seleccionó un subconjunto de 296 vaquillonas, correspondiente a 149 animales del sistema intensivo y 147 del sistema tradicional, asignados aleatoriamente pero considerando el peso vivo como variable de bloqueo. Los animales se evaluaron en tres momentos: al ingreso al campo de recría (septiembre de 2024), previo a la inseminación artificial (mayo de 2025) y previo al egreso (diciembre de 2025). Las muestras de sangre fueron acondicionadas y almacenadas a −20 °C para su posterior análisis serológico. La seropositividad frente al virus de la leucosis bovina enzoótica (BLV) se determinó mediante un kit ELISA comercial (IDEXX®). La detección de anticuerpos contra *Neospora caninum*, se realizó mediante un ELISA indirecto *in house* previamente estandarizado. Se realizó análisis descriptivo, se estimaron las seroprevalencias de anticuerpos contra BLV y *Neospora caninum* en los tres momentos estratégicos, independientemente del número de animales muestreados en cada instancia. El tamaño muestral varió entre los muestreos debido a la dinámica del sistema de recría, oscilando entre 296 animales al inicio del estudio y alrededor de 220 en los muestreos posteriores. La asociación entre la seropositividad a BLV y *Neospora caninum* se evaluó mediante el cálculo del Odds Ratio (OR), con intervalos de confianza del 95 % y un nivel de significancia de $p < 0,05$. Además, se evaluaron posibles diferencias en prevalencias e incidencias entre los sistemas productivos tradicional e intensivo. El protocolo experimental fue aprobado por la Comisión Honoraria de Experimentación Animal (CHEA), N° 1794.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La seroprevalencia frente al BLV mostró un incremento progresivo durante el período de recría. En el total de animales evaluados, la prevalencia al ingreso fue de 26,7% (79/296), aumentando a 37,7% (98/260) en mayo y alcanzando 52,7% (116/220) en diciembre. Este patrón es consistente con lo reportado en la literatura, donde se describe que la infección por BLV ocurre con frecuencia durante la etapa de recría. En sistemas lecheros de Sudamérica se han reportado prevalencias en vaquillonas que varían entre 36% y 66% (Merlini et al., 2016). Asimismo, De Brun et al., (2014) reportaron en establecimientos de recría prevalencias iniciales cercanas al 45%, alcanzando valores superiores al 70% hacia el final del período de recría, lo que evidencia una elevada tasa de seroconversión durante esta etapa productiva. Al analizar los sistemas productivos por separado, se observaron diferencias marcadas. En el sistema tradicional, la prevalencia de BLV fue de 31,3% al ingreso, 44,1% en mayo y 61,5% en diciembre. En el sistema intensivo, las prevalencias fueron menores en todos los muestreos, registrándose 22,1%, 29,6% y 44,1%, respectivamente. La incidencia acumulada de seroconversión a BLV fue mayor en el sistema tradicional (31,7%) que en el intensivo (12,1%). Las vaquillonas recriadas bajo el sistema tradicional presentaron mayor riesgo de infección (RR= 2,63) y mayores probabilidades de seroconversión (OR= 3,38; IC95%:1,69–6,76). Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0,001$). Este hallazgo sugiere que determinados factores de manejo presentes en los sistemas

tradicionales podrían favorecer la transmisión de BLV. En este sentido, prácticas que impliquen contacto con sangre entre animales como el uso compartido de agujas u otros procedimientos sanitarios han sido identificadas como factores de riesgo para la transmisión del virus (Kobayashi et al., 2010). Condiciones ambientales que favorecen la presencia de insectos hematofagos podrían contribuir a la transmisión mecánica del virus (Foil et al., 1988). Por otra parte, la prevalencia previa de animales infectados dentro del rodeo también puede influir en la incidencia de nuevas infecciones, aumentando la probabilidad de transmisión horizontal (Hutchinson et al., 2020). No obstante, es importante considerar que múltiples variables podrían influir en estas diferencias entre sistemas, incluyendo aspectos sanitarios, densidad animal, prácticas de manejo y el origen de los animales, entre otros. En contraste, la seroprevalencia frente a *Neospora caninum* mostró un patrón diferente. Inicialmente fue baja, sin embargo aumentó marcadamente en mayo lo que sugiere la ocurrencia de transmisión horizontal activa. Este tipo de transmisión puede estar asociado a diversos factores de riesgo, entre ellos la presencia de perros en el establecimiento, que actúan como hospederos definitivos del parásito. En el sistema tradicional la seroprevalencia paso de 0,0% al inicio a 15,9%, mientras que en el sistema intensivo aumento de 3,7% a 22,1%. Este incremento significativo es consistente con la presencia de infecciones activas por el parásito. Posteriormente, hacia diciembre, se observó una disminución en la proporción de animales seropositivos (5,5% en el sistema tradicional y 4,5% en el intensivo). Sin embargo, esta reducción no implica necesariamente la eliminación de la infección, ya que diversos estudios han demostrado que los títulos de anticuerpos frente a *Neospora caninum* pueden fluctuar a lo largo del tiempo, particularmente durante la gestación, e incluso descender temporalmente por debajo del punto de corte de las pruebas serológicas, generando resultados aparentemente seronegativos (Nogareda et al., 2007; Oliveira et al., 2023). La coinfección entre BLV y *Neospora caninum* se observó en una proporción limitada de animales en ambos sistemas. En mayo se observaron 17 casos de coinfección (6,5%), mientras que en diciembre se registraron únicamente 4 casos (1,8%). Al analizar la asociación entre ambas infecciones en el muestreo de mayo, la prevalencia de *N. caninum* fue similar entre animales seropositivos y seronegativos a BLV (19,3% y 18,6%, respectivamente). El análisis estadístico no evidenció asociación significativa entre ambas infecciones (OR = 1,05; p = 0,96). No obstante, el bajo número de casos de coinfección limita la potencia estadística para detectar asociaciones entre ambas infecciones.

Estos resultados iniciales evidencian la dinámica de BLV y *Neospora* según el sistema productivo, y destacan la necesidad de continuar estudios para avanzar en el control de estas infecciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De Brun, L., Algorta, A., Álvarez, J. P., & Puentes, R. (2013). Transmisión de la leucosis bovina enzoótica en un campo de recría de ganado lechero en el sur del Uruguay. *XLI Jornadas Uruguayas de Buiatría*, 195–196.

De Brun Laureana (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 en salud animal. PPFV-UdelaR

Foil, L. D., Seger, C. L., French, D. D., Issel, C. J., McManus, J. M., Ohrberg, C. L., & Ramsey, R. T. (1988). Mechanical transmission of bovine leukemia virus by horse flies (*Diptera: Tabanidae*). *Journal of Medical Entomology, 25*(5), 374–376.

Hutchinson, H. C., Norby, B., Erskine, R. J., Sporer, K. R. B., & Bartlett, P. C. (2020). Herd management practices associated with bovine leukemia virus incidence rate in Michigan dairy farms. *Preventive Veterinary Medicine, 182*, 105084.

Kobayashi, S., Tsutsui, T., Yamamoto, T., Hayama, Y., Kameyama, K., Konishi, M., & Murakami, K. (2010). Risk factors associated with within-herd transmission of bovine leukemia virus on dairy farms in Japan. *BMC Veterinary Research, 6*, 1.

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.

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.

Nogareda, C., López-Gatius, F., Santolaria, P., García-Ispierto, I., Bech-Sàbat, G., Pabón, M., Mezo, M., González-Warleta, M., Castro-Hermida, J. A., Yániz, J., & Almería, S. (2007).

Oliveira, U. V., Magalhães, V. C. S., Costa, S. C. L., Allaman, I. B., & Munhoz, A. D. (2023). Fluctuations of antibody serum titers for *Toxoplasma gondii* and *Neospora caninum* in naturally infected crossbred cows during gestation.

Riet Correa, F., Monesiglio, C., & Pritsch, O. (2019). Leucosis enzoótica bovina en Uruguay: ¿hacia dónde vamos? Jornadas de Buiatría, 51–53.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

DESCRIPCIÓN DE FOCOS DE COCCIDIOSIS (EIMERIOSIS) BOVINA EN URUGUAY

Anderson Saravia*, Federico Giannitti, Mizael Machado, Alejo Menchaca y Pablo Parodi

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay.
* asaravia@inia.org.uy

RESUMEN

Se describen focos de coccidiosis bovina en Uruguay (2017–2025) a partir de un estudio retrospectivo basado en datos clínicos, patológicos y coprológicos. Se identificaron 14 focos que afectaron distintas categorías, con mayor mortalidad en sistemas lecheros (3,3–13,5%) que en sistemas de carne (0,5–2,1%). Predominaron *Eimeria bovis* y *E. zuernii*, y se documenta por primera vez en el país la presencia de *E. illinoisensis* y *E. cylindrica*. La coccidiosis es un problema sanitario relevante, influido por factores de manejo y que requiere un diagnóstico integral.

SUMMARY

This study describes focus of bovine coccidiosis in Uruguay (2017–2025) based on a retrospective analysis of clinical, pathological, and coprological data. Fourteen focus affecting different age categories were identified, with higher mortality rates in dairy systems (3.3–13.5%) than in beef systems (0.5–2.1%). *Eimeria bovis* and *E. zuernii* were predominant, and *E. illinoisensis* and *E. cylindrica* are reported for the first time in the country. Bovine coccidiosis is as a relevant health challenge influenced by management factors and requiring a comprehensive diagnostic approach.

INTRODUCCIÓN

La coccidiosis es una enfermedad producida por protozoarios apicomplejos del género *Eimeria*. Los signos clínicos incluyen diarrea sanguinolenta, anorexia y deshidratación, y a veces cuadros nerviosos, pudiendo culminar en la muerte. En bovinos, afecta principalmente a animales menores de un año y raramente a adultos (Sánchez et al. 2008, Sudhakara Reddy et al. 2013), y tiene un impacto económico significativo a nivel mundial, tanto en su forma clínica como subclínica (Keeton & Navarre 2017).

De las 14 especies de *Eimeria* involucradas en infecciones bovinas, las más prevalentes son *E. bovis*, *E. zuernii*, *E. auburnensis* y *E. ellipsoidalis* (Saravia et al. 2021, Sánchez et al. 2008). La prevalencia en cada establecimiento depende de las condiciones de manejo, edad de los animales y factores climáticos que propician la contaminación de los alimentos y el agua. Las especies *E. bovis* y *E. zuernii* son consideradas las más patógenas (Daugschies & Najdrowski 2005) produciendo lesiones entéricas, predominantemente en el intestino grueso (colitis/tiflocolitis) (Fiel & Nari 2013).

En Uruguay fueron identificadas seis especies que afectan a terneros en tambos, siendo *E. bovis* y *E. zuernii* las más prevalentes (Saravia et al. 2021). También se reportaron casos clínicos en bovinos de leche y carne, este último con presentación de signos nerviosos (Rubino, 1946; Dutra, 2015). El objetivo de este trabajo es describir 14 focos de coccidiosis bovina y analizar algunos aspectos epidemiológicos, clínicos y patológicos asociados de la enfermedad.

DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS

Se realizó un estudio retrospectivo de la casuística diagnóstica de bovinos (*Bos taurus*) recibidos en la Plataforma de Investigación en Salud Animal (PSA-INIA) entre el 25/04/2017 y el 06/06/2025. Se recopiló información de 14 focos de coccidiosis provenientes de establecimiento dedicados a la producción de leche (n=7) o carne (n=7) con predominio de la raza Holando, seguidos por Aberdeen Angus, Jersey, Hereford, Braford y cruzas. La población de estudio comprendió ambos sexos y un rango etario categorizado en terneros neonatos y de guachera (1-2 meses, 4 focos), animales de recría y destete (3-8 meses, 5 focos), vaquillonas/novillos (1-2 años, 3 focos) y adultos (>2 años, 2 focos). Los casos provinieron de la región centro, suroeste y norte de Uruguay, siendo de los departamentos de Colonia (n=7), Soriano (n=1), San José (n=1), Durazno (n=1), Salto (n=1), Paysandú (n=1) y Tacuarembó (n=2). Los diagnósticos de coccidiosis se basaron en hallazgos de lesiones macroscópicas y/o histológicas junto con cuantificaciones de ooquistes en materia fecal en 8 de los focos, solo lesiones histológicas en 4 focos, y únicamente cuantificación de ooquistes en 2 focos. La mortalidad varió según el tipo de producción,

siendo entre 3,3% y 13,5% en producción lechera, con un mayor impacto en guacheras individuales y colectivas, y entre 0,5% y 2,1% en producción de carne, asociado principalmente al estrés por transporte, mezcla de lotes y encierres de recría (feedlots).

Signos clínicos

Predominaron las manifestaciones entéricas, con diarrea pastosa a líquida, de coloración amarillenta a olivácea, con presencia recurrente de moco y hematoquecia; en casos severos se observó tenesmo persistente y prolapso rectal reversible. Además, los animales presentaron depresión, apatía y debilidad marcada, con pérdida severa de condición corporal, atrofia muscular y caquexia. Se registraron además palidez de mucosas (consistente con anemia), deshidratación, anorexia y ocasional hipertermia. En 21% de los focos se evidenciaron signos neurológicos agudos compatibles con coccidiosis nerviosa, incluyendo decúbito lateral con movimientos de pedaleo, imposibilidad de mantenerse de pie, opistótonos, contracciones cervicales, hipersalivación y espuma oral, manteniéndose en algunos casos el estado de alerta y el reflejo palpebral.

Hallazgos de necropsia e histopatología

Evaluación macroscópica: Los animales necropsiados (n=13) presentaron atrofia serosa de la grasa epicárdica y mesentérica, y palidez generalizada compatible con anemia. En el intestino delgado y/o grueso se observó engrosamiento de la mucosa con hemorragias y/o úlceras. Las lesiones más marcadas se localizaron en intestino grueso (Figura 1A), con colitis, tiflitis y/o proctitis proliferativa, mucosa engrosada y nodular, necrosis con exudado fibrinoso y/o hemorrágico. Se registraron además en algunos casos linfadenomegalia mesentérica, ascitis y lesiones secundarias como neumonía abscedativa y artritis fibrinopurulenta.

Examen histopatológico: Se diagnosticó enterocolitis y proctitis necrotizante subaguda a crónica, con marcada distorsión arquitectural, atrofia y fusión de vellosidades (intestino delgado), criptitis necrotizante e infiltrado inflamatorio mixto, incluyendo ocasionales células gigantes. Se evidenciaron abundantes estadios intracitoplasmáticos de coccidios y ooquistes intralesionales en los enterocitos (Figura 1C-D). En casos con signos neurológicos no se detectaron lesiones estructurales en el sistema nervioso.

Resultados parasitológicos

Se analizaron 31 muestras fecales por flotación para cuantificación de ooquistes por gramo (opg) mediante la técnica de McMaster modificada (Figura 1B), complementadas con 11 cultivos de ooquistes para identificación de las especies de *Eimeria* por morfometría. Los recuentos de ooquistes mostraron amplia variabilidad (<40–588.000 opg); en casos clínicos graves o fatales oscilaron entre 2.280 y 588.000 opg, aunque se registraron excepciones con conteos bajos. Se identificaron siete especies de *Eimeria*, con predominio de *E. bovis* (42,7%) y *E. zuernii* (34,6%), asociadas a enterocolitis necrótica y mayor mortalidad. Por otro lado, se identificaron especies de patogenicidad moderada o bajas como *E. auburnensis* (17,7%), *E. ellipsoidalis* (2,0%), *E. canadensis* (1,5%), *E. illinoisensis* (1,3%) y *E. cylindrica* (0,2%).

DISCUSIÓN

Se identificaron siete especies de *Eimeria*, con predominio de *E. bovis* y *E. zuernii* (77,3%), principales responsables de enterocolitis. Además, se documenta por primera vez en el país la presencia de *E. illinoisensis* y *E. cylindrica*, ampliando el conocimiento de la diversidad parasitaria local (Saravia et al. 2021). La marcada variabilidad en los recuentos de ooquistes, incluso en animales muertos, evidencia que la carga fecal no siempre se correlaciona con la severidad clínica o lesional, ya que puede ocurrir importante daño entérico durante fases prepatentes del ciclo parasitario (Daugschies & Najdrowski, 2005). Esto refuerza la necesidad de un enfoque diagnóstico integral que combine clínica, necropsia e histopatología, junto con flotación fecal. En los casos con signos nerviosos (21%), la ausencia de lesiones estructurales en el encéfalo respalda la hipótesis de una etiología funcional asociada a toxemia o alteraciones metabólicas secundarias a la infección intestinal masiva (Isler et al. 1987). Finalmente, las mayores tasas de mortalidad en sistemas lecheros (hasta 13,5%) frente a los de carne (hasta 2,1%) destacan el impacto del manejo intensivo en guacheras/recrías como factor predisponente clave. En contraste, en sistemas cárnicos los brotes se asocian principalmente a eventos puntuales de estrés y, en algunos casos, a parasitismo mixto con nematodos gastrointestinales (datos no mostrados), que puede agravar la presentación clínica.

CONCLUSIONES

El estudio destaca que existe un impacto de la coccidiosis bovina según el sistema de producción, siendo este aparentemente mayor en producción lechera, posi-

blemente debido al manejo intensivo de las categorías jóvenes. La identificación de *E. illinoisensis* y *E. cylindrica* representa un aporte al conocimiento de la biodiversidad parasitaria en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Daugschies, A., & Najdrowski, M. (2005). Eimeriosis in cattle: Current understanding. *Journal of Veterinary Medicine Series B: Infectious Diseases and Veterinary Public Health, 52*(10), 417–427. https://doi.org/10.1111/j.1439-0450.2005.00894.x

Dutra, F. (2015). Coccidiosis nerviosa en terneros. Archivo Veterinario del Este, (24), 3.

Fiel, C., & Nari, A. (Eds.). (2013). *Enfermedades parasitarias de importancia clínica y reproductiva en rumiantes: Fundamentos epidemiológicos para su diagnóstico y control*. Hemisferio Sur.

Isler, C. M., Bellamy, J. E., & Wobeser, G. A. (1987). Nervous coccidiosis in cattle, a review of the literature. The Canadian Veterinary Journal, 28(3), 101–104.

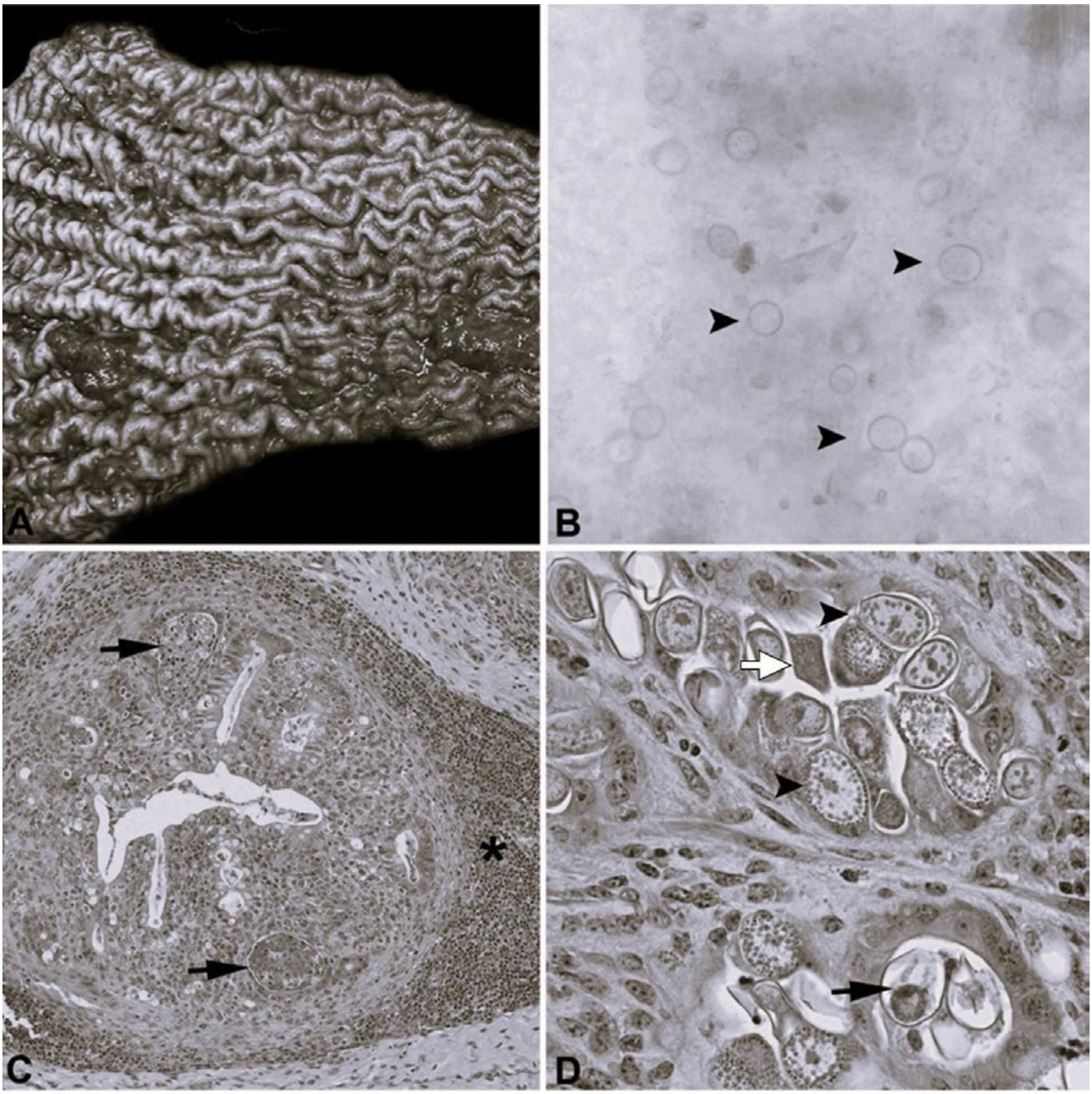


Figura 1. Coccidiosis bovina en Uruguay. **A**. Colon de un novillo Holstein de 6-8 meses de edad. Se observa un engrosamiento marcado y difuso de la mucosa, que forma pliegues y contiene áreas puntiformes rojas diseminadas en la superficie (colitis proliferativa y hemorrágica). **B**. Una impronta de la mucosa (A) observada en forma directa al microscopio óptico (630x) revela estructuras circulares morfológicamente compatibles con ooquistes de coccidios. Histopatología del colon de una vaquillona Bradford de 1 año (**C**, **D**). **C**. Colitis linfohistiocítica (*) y criptitis necrótica (flechas). HE, 100x. **D.** Mayor magnificación de B mostrando microgametos (flecha blanca), macrogametos (cabezas de flechas negra) y ooquistes fertilizados (flecha negra) de *Eimeria* spp. intraepiteliales en la mucosa del colon. HE, 400x.

Keeton, S. T. N., & Navarre, C. B. (2017). Coccidiosis in large and small ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 34*(1), 201–208. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.10.009

Rubino, M. (1946). Coccidiosis de los terneros (Diarrea roja). En *Compilación de Trabajos Científicos del Dr. Miguel Rubino* (p. 563). Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

Sánchez, R. O., Romero, J. R., & Founroge, R. D. (2008). Dynamics of *Eimeria* oocyst excretion in dairy calves in the Province of Buenos Aires (Argentina), during their first 2 months of age. *Veterinary Parasitology, 151*(2-4), 133–138. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.11.003

Saravia, A., Miraballes, C., Riet-Correa, F., & Castro-Janer, E. (2021). Eimeria spp. in dairy calves in Uruguay. Identification, dynamics of oocyst excretion and association with the age of calves. Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports, 25, 100588. https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.10058

Sudhakara Reddy, B., Sivajothi, S., & Rayulu, V. C. (2013). Clinical coccidiosis in adult cattle. *Journal of Parasitic Diseases, 39*(3), 557–559. https://doi.org/10.1007/s12639-013-0395-1

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

POTENCIAL DE HONGOS ACAROPATÓGENOS PARA EL CONTROL DE *Rhipicephalus microplus*: evaluación en larvas y adultos

Tamara Gutiérrez [1,2]*, Federico Rivas[2], Wendell Perinotto[3], Alejo Menchaca[1] y Pablo Parodi[1]

1- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Plataforma de Investigación en Salud Animal, Tacuarembó, Uruguay.
2- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Las Brujas, Canelones, Uruguay.
3- Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil.
*Corresponding author: tgutierrez@inia.org.uy

RESUMEN

Rhipicephalus microplus es un ectoparásito hematófago que causa importantes pérdidas productivas y sanitarias en la ganadería bovina a nivel mundial. El control se ha basado principalmente en acaricidas químicos; sin embargo, la aparición de resistencia ha impulsado la búsqueda de alternativas sostenibles. El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial de hongos entomopatógenos (HE) como agentes de control biológico contra *R. microplus*. Se evaluaron in vitro 15 aislamientos pertenecientes a los géneros *Metarhizium* (n=4), *Beauveria* (n=5), *Lecanicillium* (n=3), *Isaria* (n=2) y *Purpureocillium* (1) sobre larvas y hembras ingurgitadas mediante test de inmersión de adultos (TIA) y larvas (TIL). Se utilizó una concentración de 1×10 conidios/mL con tres repeticiones por tratamiento y un control. La cepa de *Metarhizium robertsii ILB440* mostró la mayor virulencia sobre adultos (49%), mientras que *Beauveria sp. ILB204 e ILB302* presentaron las mayores mortalidades larvales (99% y 94%, respectivamente) a los 10 días posteriores al tratamiento. Los resultados indican que la patogenicidad depende del aislamiento y del estadio del parásito, identificándose cepas con potencial para el desarrollo de formulaciones biológicas para el control sostenible de la garrapata.

SUMMARY

Rhipicephalus microplus is a hematophagous ectoparasite that causes significant productive and sanitary losses in cattle farming worldwide. Control has been primarily based on chemical acaricides; however, the emergence of resistance has driven the search for sustainable alternatives. The objective of this study was to evaluate the potential of entomopathogenic fungi (EF) as biological control agents against *R. microplus*. Fifteen isolates belonging to the genera *Metarhizium* (n=4), *Beauveria* (n=5), *Lecanicillium* (n=3), *Isaria* (n=2), and *Purpureocillium* (n=1) were evaluated in vitro on larvae and engorged females using the Adult Immersion Test (AIT) and Larval Immersion Test (LIT). A concentration of $10x10^8$ conidia/mL was used, with three replicates per treatment and a control group. The *Metarhizium robertsii* strain ILB440 showed the highest virulence on adults (49%), while *Beauveria* sp. ILB204 and ILB302 showed the highest larval mortality (99% and 94%, respectively) 10 days post-treatment. These results indicate that pathogenicity depends on the specific isolate and the parasite's life stage, identifying strains with high potential for the development of biological formulations for sustainable tick control.

INTRODUCCIÓN

La garrapata común del bovino (*Rhipicephalus microplus)* es uno de los principales ectoparásitos que afecta la ganadería en regiones tropicales y subtropicales, generando importantes pérdidas productivas, sanitarias y económicas. En Uruguay, las pérdidas económicas atribuibles a *R. microplus* se estiman en aproximadamente 95 millones de dólares anuales, lo que evidencia su impacto en los sistemas de producción bovina (MGAP, 2025). El control se ha basado principalmente en el uso de acaricidas químicos; sin embargo, el desarrollo de resistencia ha impulsado la búsqueda de estrategias alternativas más sostenibles (Miraballes y Riet-Correa, 2018). Entre estas, los hongos entomopatógenos han demostrado potencial como agentes de control biológico debido a su capacidad de infectar artrópodos mediante penetración de la cutícula (Ortiz-Urquiza y Keyhani, 2016; Shahid et al., 2021).

En este contexto el objetivo de este estudio fue evaluar la patogenicidad de diferentes aislamientos fúngicos sobre larvas y adultos de *Rhipicephalus microplus* como potenciales candidatos para el desarrollo de estrategias de control biológico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en conjunto a los laboratorios de Enfermedades parasitarías y transmitidas por vectores, de la Plataforma de Salud Animal de INIA, Tacuarembó y en el Laboratorio de Bioproducción, Bioinsumos de INIA, Las Brujas, Canelones. Se evaluaron 15 aislamientos

autóctonos de hongos entomopatógenos de los géneros *Metarhizium* (n=4), *Beauveria* (n=5), *Lecanicillium* (n=3), *Isaria* (n=2) y *Purpureocillium* (1). Los aislamientos fúngicos fueron cultivados en placas con agar papa dextrosa (PDA) e incubados durante 15 días a 25 ± 1 °C bajo condiciones controladas de laboratorio, con el objetivo de favorecer el crecimiento micelial y la producción de conidios. Finalizado el período de incubación, los conidios fueron recolectados de la superficie del cultivo y suspendidos en solución estéril de Triton X-100 al 0,01%. La concentración de las suspensiones conidiales fue determinada mediante recuento en cámara de Neubauer y posteriormente ajustada a una concentración final de 1 × 10 conidios/mL, la cual fue utilizada en los bioensayos destinados a evaluar su eficacia para el control de garrapatas.

La patogenicidad de los aislamientos fúngicos se evaluó mediante el test de inmersión en adultos (TIA) y el test de inmersión en larvas (TIL), siguiendo la metodología descrita por *Webster et al. (2018)*. Para el TIA se utilizaron teleóginas de *R. microplus* pertenecientes a la cepa de referencia Mozo, empleándose diez individuos por tratamiento por triplicado y un control. Luego de la exposición a las suspensiones conidiales por 5 minutos, las teleóginas fueron incubadas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad (27±1°C, 80%HR) y se registraron los parámetros biológicos asociados a su desempeño reproductivo, incluyendo el peso inicial de cada teleogina, peso de la masa de huevos, el porcentaje de eclosión de larvas , la eficiencia reproductiva (ER) y la eficacia del tratamiento (ET), de acuerdo con la metodología propuesta por *Drummond et al. (1973)*. En el TIL se utilizaron larvas de 14 días de edad, con aproximadamente 100 individuos por cada tratamiento realizándolo por triplicado. Las larvas fueron expuestas a las suspensiones conidiales mediante inmersión, por 5 minutos y posteriormente colocadas en papel filtro Whatman tipo 1 e incubadas en condiciones controladas (27±1°C, 80%HR). La mortalidad larval fue registrada a los 10 días posteriores al tratamiento.

Todos los ensayos se realizaron por triplicado e incluyeron un control negativo tratado únicamente con el vehículo de suspensión. Los datos obtenidos fueron analizados mediante modelos lineales generalizados mixtos (GLMM), considerando la cepa fúngica como efecto fijo y el lote experimental como efecto aleatorio. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software R (Tabla 1).

Tabla 1. Test de Inmersión de Adultos (TIA). Parámetros biológicos de hembras ingurgitadas de *R. microplus* tratadas con diferentes cepas de hongos entomopatógenos. ER: Eficiencia Reproductiva, ET: Eficacia del Tratamiento. Los valores representan las medias ± error estándar. Análisis estadístico mediante GLMM (Modelos Lineales Generalizados Mixtos) y prueba de comparaciones múltiples LSD Fisher ($p < 0.05$). El asterisco (*) Indica diferencias significativas con el control, el doble asterisco (**) Indica diferencias significativas con el control y con el resto de los aislamientos..

Cepa	Género	Peso inicial teleoginas (gr) ± 0.03	Peso de Huevos (g) ± 0.01	Eclosión (%) ± 5	Oviposición (%) ± 3.03	ER (%) ± 3	ET (%)
Control	Sin hongo	0.29	0.15	82.0	51.53	44.0*	
ILB167	*M. robertsii*	0.30	0.12*	82.0	42.27*	35.0	14
ILB187	*Beauveria* sp.	0.34	0.14	85.0	42.20*	37.0*	9
ILB204	*B. bassiana*	0.31	0.14	88.0	44.70	41.0	6
ILB208	*Beauveria* sp.	0.30	0.09*	57.0*	30.44*	22.0*	-
ILB232	*Metarhizium* sp	0.28	0.08*	58.0*	32.37*	26.0*	7
ILB254	*L. lecanii*	0.31	0.10*	56.0*	32.57*	24.0*	-
ILB255	*L. lecanii*	0.28	0.12	82.0	45.94	38.0	12
ILB257	*L. attenuatum*	0.30	0.13	72.0	46.56	33.0*	17
ILB264	*I. fumosorosea*	0.32	0.15	82.0	48.14	43.0	-
ILB265	*P. lilacinum*	0.30	0.14	86.0	47.14	40.0	11
ILB269	*Isaria* sp.	0.33	0.16	86.0	49.37	44.0	13
ILB302	*B. bassiana*	0.31	0.11*	81.0	37.74*	33.0*	35
ILB308	*B. bassiana*	0.30	0.11*	88.0	38.14*	34.0*	17
ILB429	*M. brunneum*	0.27	0.09*	56.0*	34.50*	24.0*	-
ILB440	***M. robertsii***	0.23	**0.05****	**50.0***	**24.10***	**15.0****	**49**

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los aislamientos fúngicos mostraron variabilidad en su virulencia según el estadio de *R. microplus*. En hembras adultas, la cepa autóctona ILB440 *(Metarhizium robertsii)* fue la más virulenta, reduciendo significativamente el peso de la masa de huevos (0.05g vs. 0.15g en el control) y alcanzando una Eficacia del tratamiento (ET) del 49%. Según *Rajput et al. (2024),* una inhibición reproductiva cercana al 50 % en cepas sin formular evidencia un alto potencial para el desarrollo de bioinsumos. Esta menor producción de huevos se asocia a la invasión del hemocele por *Metarhizium* y su interferencia en la vitelogénesis *(Rajput et al., 2024).* Por el contrario, la mortalidad larval fue drásticamente superior, destacándose las cepas de *Beauveria sp*. ILB204 e ILB302 (99% y 94% respectivamente) e *I. fumosorosea* ILB264 (70%) (Figura 1.). Esta susceptibilidad larval coincide con *Jones et al. (2021)* y se atribuye a factores morfofisiológicos como una cutícula más delgada y una mayor relación superficie/volumen, que facilitan la penetración del hongo (*Rajput et al., 2024*). Los géneros principales revelaron una clara complementariedad de nicho, *Beauveria* como especialista en la mortalidad de larvas y *Metarhizium* en la interrupción reproductiva de adultos (*Rajput et al., 2024*). En conjunto, estos resultados demuestran la variabilidad de las cepas autóctonas uruguayas y sugieren que el diseño de bioinsumos integrales contra *R. microplus* podría beneficiarse del uso de consorcios fúngicos combinando ambos géneros.

CONCLUSIONES

La patogenicidad de los hongos entomopatógenos frente a *Rhipicephalus microplus* mostró variaciones entre los distintos aislamientos evaluados y entre los estadios del parásito, observándose una mayor susceptibilidad en el estadio larvario en comparación con los adultos. Entre los aislamientos analizados, la cepa de *Metarhizium robertsii ILB440* destacó por su efecto sobre los parámetros reproductivos de las teleóginas, reduciendo la oviposición y la eficiencia reproductiva. Por su parte, las cepas de *Beauverias sp. ILB204, ILB302 e Isaria ILB264* presentaron las mayores tasas de mortalidad en larvas, alcanzando valores superiores al 80 %.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Drummond, R. O., Ernst, S. E., Trevino, J. L., Gladney, W. J., & Graham, O. H. (1973). Boophilus annulatus and *Boophilus microplus*: Laboratory tests for insecticides. *Journal of Economic Entomology, 66*(1), 130–133. https://doi.org/10.1093/jee/66.1.130

Fernandes, É. K. K., Bittencourt, V. R. E. P., & Roberts, D. W. (2012). Perspectives on the potential of entomopathogenic fungi in biological control of ticks. *Experimental Parasitology, 130*(3), 300–305. https://doi.org/10.1016/j.exppara.2011.11.004

Jones, L. D., Gaunt, M. W., & Hails, R. S. (2021). Biological control of ticks using entomopathogenic fungi. *Parasites & Vectors, 14*, 1–12. https://doi.org/10.1186/s13071-021-04694-8

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). (2025). *Situación de la garrapata en Montevideo, Uruguay*.

Miraballes, C., & Riet-Correa, F. (2018). Situación actual de la garrapata del bovino en Uruguay y perspectivas de control. *Revista Veterinaria del Uruguay, 54*(210),

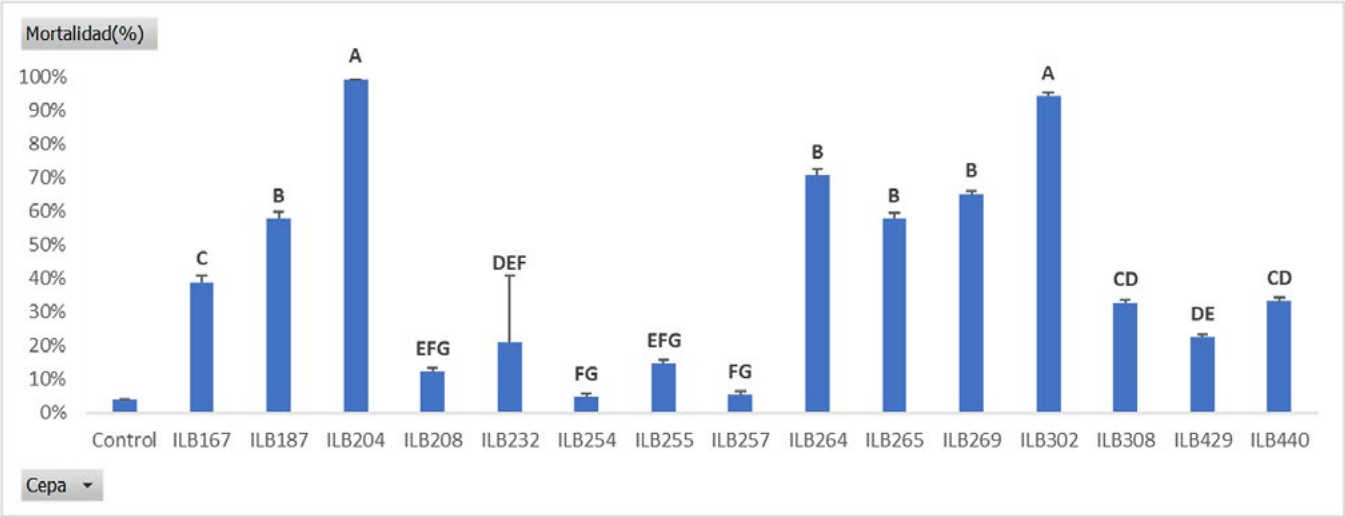


Figura 1. Mortalidad larval promedio (%) de *Rhipicephalus microplus* en el ensayo de inmersión de larvas (TIL). Las barras representan el promedio ± error estándar de tres repeticiones independientes. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

45–56.

Ortiz-Urquiza, A., & Keyhani, N. O. (2016). Action on the surface: Entomopathogenic fungi versus the insect cuticle. *Insects, 7*(4), 1–20. https://doi.org/10.3390/insects7040059

Perinotto, W. M. S., Angelo, I. C., Golo, P. S., Camargo, M. G., Sá, F. A., & Bittencourt, V. R. E. P. (2011). Susceptibility of different populations of *Rhipicephalus microplus* to entomopathogenic fungi. *Veterinary Parasitology, 182*(2–4), 353–359. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.05.030

Rajput, M., Sajid, M. S., Rajput, N. A., George, D. R., Usman, M., Zeeshan, M., Iqbal, O., Bhutto, B., Atiq, M., Rizwan, H. M., et al. (2024). Entomopathogenic Fungi as Alternatives to Chemical Acaricides: Challenges, Opportunities and Prospects for Sustainable Tick Control. *Insects*, 15(12), 1017. https://doi.org/10.3390/insects15121017

Shahid, A. A., Rao, A. Q., Bakhsh, A., & Husnain, T. (2012). Entomopathogenic fungi as biological controllers: New insights into their virulence and pathogenicity. *Archives of Biological Sciences, 64*(1), 21–42.

Webster, A., Babcock, B., & Babcock, G. (2018). Evaluation of larval immersion and larval packet tests for assessing tick susceptibility to entomopathogenic fungi. *Veterinary Parasitology, 255*, 7–13.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

FACTORES QUE AFECTAN LA PRESENCIA DE *Rhipicephalus microplus* EN PREDIOS GANADEROS DEL URUGUAY

Soledad Nuñez de Moraes[1], *, Darío Caffarena[2,3], Alejo Menchaca[1], Pablo Parodi[1]

1- Plataforma de Investigación en Salud Animal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Tacuarembó, Uruguay. Ruta 5, Brigadier Gral. Fructuoso Rivera km 386 Tacuarembó.
*Autor de correspondencia: snunez@inia.org.uy
2- Plataforma de Investigación en Salud Animal, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Colonia, Uruguay. Ruta 50 Km. 11, Colonia, Uruguay.
3- Unidad Académica Salud de Rumiantes, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. Ruta 8, km 18, Montevideo, Uruguay

RESUMEN

La garrapata común del bovino, *Rhipicephalus microplus*, es uno de los principales problemas sanitarios de la ganadería uruguaya, con alto impacto económico y creciente resistencia a acaricidas. El objetivo de este estudio fue identificar factores asociados a su presencia a nivel predial. Se realizó un estudio epidemiológico observacional de casos y controles pareados en 164 establecimientos ganaderos (72 casos y 92 controles), mediante encuestas que relevaron variables sociales, estructurales, de bioseguridad, de manejo sanitario y ambientales. El análisis se realizó mediante regresión logística condicional. El mal estado de los alambrados perimetrales, el tratamiento con acaricidas al ingreso de nuevos animales al establecimiento sin otras medidas de bioseguridad, y la presencia de fauna silvestre en el establecimiento, estuvieron asociadas a mayor riesgo de infestación. En contraste, el mayor nivel educativo del responsable a cargo del establecimiento, la implementación de cuarentena al ingreso de nuevos animales al establecimiento, y el uso del suelo con pasturas mejoradas, se asociaron con menor probabilidad de infestación. Estos resultados indican que la presencia de garrapata está influenciada por múltiples factores prediales, y que el control basado exclusivamente en acaricidas resulta insuficiente sin medidas de manejo y prevención.

SUMMARY

The cattle tick, *Rhipicephalus microplus*, is one of the main health constraints of the Uruguayan cattle industry, with significant economic impact and increasing acaricide resistance. The aim of this study was to identify farm-level factors associated with its presence. An observational matched case–control epidemiological study was conducted on 164 cattle farms (72 cases and 92 controls) using structured questionnaires that collected social, structural, biosecurity, health management, and environmental variables. Data were analyzed using conditional logistic regression. Poor condition of perimeter fencing, treatment upon animal introduction without additional biosecurity measures, and the presence of wildlife were associated with a higher risk of infestation. In contrast, a higher educational level of the person in charge, implementation of quarantine practices, and the use of improved pastures were associated with a lower probability of being classified as a case. These results indicate that tick presence is influenced by multiple farm-level factors, and that control strategies based exclusively on acaricides are insufficient without complementary management and preventive measures.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la garrapata común del bovino ha sido uno de los principales problemas sanitarios de la ganadería en Uruguay, generando importantes pérdidas productivas y en las últimas décadas mostrando un sostenido aumento de la resistencia a los acaricidas. A pesar del uso intensivo de tratamientos químicos, este problema continúa presente en numerosos establecimientos y tiende a aumentar (Cuore y Solari, 2022; Nuñez-de-Moraes et al., 2024).

Diversos estudios han destacado la relevancia que poseen los movimientos de animales, las prácticas de bioseguridad y las condiciones estructurales del predio, como determinantes del riesgo de infestación. Sin embargo, a nivel nacional en Uruguay, la evidencia sobre factores asociados a la presencia de garrapata en establecimientos ganaderos sigue siendo limitada (Miraballes et al., 2019).

El objetivo del presente trabajo fue identificar factores sociales, estructurales, de bioseguridad, de manejo sanitario y ambientales, asociados a la presencia de *Rhipicephalus microplus* a nivel predial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio epidemiológico observacional, analítico y transversal de casos y controles pareados entre junio de 2024 y junio de 2025. Se relevaron 164 establecimientos ganaderos en distintas regiones del país, de los cuales 72 fueron clasificados como casos y 92 como controles. Los predios caso se definieron como aquellos con presencia de garrapata en bovinos al momento de la encuesta, a pesar de la aplicación de planes de control. Los controles fueron predios sin presencia de garrapata durante al menos el último año. Cada caso se emparejó con un control según zona geográfica, tamaño del establecimiento y presencia de forestación.

La información se obtuvo mediante una encuesta estructurada aplicada de forma presencial, telefónica u online al responsable de la toma de decisiones del predio. La encuesta incluyó variables sociales, estructurales, de bioseguridad, de manejo sanitario y ambientales. La base de datos se construyó en Microsoft Excel y el análisis estadístico se realizó en R. Se efectuaron análisis descriptivos y regresión logística condicional univariable para el cribado de variables. Aquellas con $p \leq 0{,}20$ o relevancia biológica se incluyeron en un modelo multivariable mediante eliminación hacia atrás, considerando significativas las variables con $p < 0{,}05$.

Tabla 1. Resultados del modelo multivariado de regresión logística condicional para factores asociados a la presencia de *R. microplus* a nivel predial.

Variable	OR	IC95%	p
Educación secundaria	0,20	0,03–1,32	0,09
Uso de la tierra orientado al pastoreo	0,13	0,02–1,09	0,06
Tenencia propia de la tierra	0,34	0,10–1,16	0,08
Número de potreros (21–30)	0,17	0,03–1,04	0,06
Sistema productivo de cría	0,10	0,01–0,83	0,03
Rodeo cerrado	0,03	0,00–0,96	0,05
Rodeo semiabierto	0,20	0,05–0,73	0,02
Uso de instalaciones de baño o aspersión	5,45	1,72–17,32	<0,01
Asesoramiento veterinario específico para garrapata	3,03	1,03–8,93	0,04
Dosificación individual aproximada según peso	3,09	0,83–11,55	0,09
Pasturas mejoradas	0,31	0,10–0,97	0,04
Presencia de fauna silvestre	4,54	1,37–15,07	0,01

*OR: razón de probabilidades de que un establecimiento sea caso (presencia de *R. microplus*) en comparación con los controles (sin presencia). OR > 1 indica mayor probabilidad de infestación y OR < 1 menor probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo multivariado de regresión logística condicional permitió identificar factores asociados tanto a mayor como a menor probabilidad de presencia de *R. microplus* a nivel predial (Tabla 1). En términos generales, los resultados evidencian que la ocurrencia de garrapata no responde a un único factor determinante, sino a la interacción entre variables estructurales, productivas, de manejo sanitario y ambientales.

Entre los factores asociados a mayor riesgo se destacaron variables vinculadas a la conectividad entre predios, ciertos indicadores de manejo sanitario y la presencia de fauna silvestre. Estos resultados coinciden con lo señalado por diversos autores, quienes destacan el rol de los movimientos de animales y las especies silvestres en la persistencia y dispersión de la garrapata (Miraballes et al., 2019). La asociación positiva entre el uso de instalaciones de tratamiento y una mayor probabilidad de ser caso podría interpretarse como un fenómeno de causalidad inversa: los establecimientos con infestaciones persistentes tienden a intensificar las medidas químicas como respuesta a un problema ya instalado. Este patrón ha sido descrito en sistemas con alta presión parasitaria y creciente resistencia a acaricidas, donde el aumento en la frecuencia o intensidad de tratamientos no necesariamente se traduce en un control efectivo (Cuore y Solari, 2022; Klafke et al., 2024).

Asimismo, el uso de pasturas mejoradas se asoció significativamente con menor riesgo. Este resultado podría explicarse por mejores prácticas de manejo, mayor control de la carga animal o una menor heterogeneidad ambiental favorable al ciclo del parásito. También podría reflejar establecimientos con mayor nivel de inversión y planificación productiva, en línea con la tendencia observada en variables como la educación secundaria del responsable y la tenencia propia de la tierra, que, aunque no alcanzaron significación estadística, mostraron un efecto protector consistente.

En contraste, varios factores se asociaron con menor probabilidad de presencia de *R. microplus*. Los sistemas productivos de cría, los rodeos cerrados o semiabiertos y un mayor número de potreros sugieren que la estabilidad del rodeo y la menor incorporación de animales externos reducen el riesgo de introducción del parásito. La dinámica de ingreso y egreso de animales es uno de los principales determinantes de la diseminación de garrapatas, por lo que los sistemas más cerrados presentan una ventaja epidemiológica (Rodríguez Vivas et al., 2018).

CONCLUSIÓN

La presencia de *R. microplus* a nivel predial está condicionada por la interacción de factores sociales, estructurales, productivos y ecológicos. Los resultados indican que el control basado exclusivamente en acaricidas es insuficiente y debe integrarse con medidas de manejo predial y bioseguridad, en un contexto de creciente resistencia a estos productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cuore, U., & Solari, M. A. (2022). Manual práctico para el control de la garrapata común del ganado y enfermedades asociadas. CEV. Disponible en: http://cev.org.uy/Manual_garrapata.pdf

Klafke, G. M., Golo, P. S., Monteiro, C. M. O., Costa Júnior, L. M., & Reck, J. (2024). Brazil's battle against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ticks: Current strategies and future directions. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 33(2), e001423. https://doi.org/10.1590/S1984-29612024026

Miraballes, C., Riet-Correa, F., Saporiti, T., Lara, S., Parodi, P., & Sanchez, J. (2019). Probability of *Rhipicephalus microplus* introduction into farms by cattle movement using a Bayesian belief network. Ticks and Tick-borne Diseases, 10(4), 883–893. https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.04.009

Nuñez-de-Moraes, S., Rodríguez, A., Menchaca, A., & Parodi, P. (2024). Resultados preliminares sobre la resistencia a acaricidas en *Rhipicephalus microplus* del norte de Uruguay. En XXVII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias (PANVET 2024) (pp. 434–435). Montevideo, Uruguay.

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 macrocyclic lactone resistance. Parasitology Research, 117(1), 3–29. https://doi.org/10.1007/s00436-017-5677-6

IR AL INDICE

ALTA RESISTENCIA DE *Rhipicephalus microplus* A ACARICIDAS EN EL RECÔNCAVO BAIANO, BAHIA, BRAZIL

Juan Dario Puentes[1]*, Wendell Marcelo de Souza Perinotto[1,2], Pablo Parodi[3], Ana Maria Santos Lima[4], Larissa Claudino Ferreira[5], Ana Caroline Dantas Amorim[5], Vinícius Longo Ribeiro Vilela[4,5], Franklin Riet-Correa[1]

1- Programa de Pós-graduação em Ciência Animal nos Trópicos - PPGCAT, Universidade Federal da Bahia - UFBA, Brazil. Av. Milton Santos, 500, Ondina, Salvador, BA 40170-110.
*Autor de correspondencia: jdpuentess0896@gmail.com
2- Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias - PPGCV, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Brazil. Rodovia BR-465, Km 7, Zona Rural, Seropédica - RJ 23897-000
3- Plataforma de Salud Animal - PSA, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria - INIA, Uruguay. Ruta 5 Km. 386
4- Departamento de Medicina Veterinária, Instituto Federal da Paraíba - IFPB, Brazil. Rua Presidente Tancredo Neves, s/nº, Jardim Sorrilândia, Souza - PB 58800-970
5- Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Brazil. Universitária, s/n - Santa Cecília, Patos - PB 58708-110

RESUMEN

Se determinó el nivel de resistencia a cinco acaricidas en larvas de *Rhipicephalus microplus* de 14 establecimientos bovinos de la región del Recôncavo baiano, Bahia, Brazil. Se realizó prueba de paquete de larvas (LPT) para cipermetrina y clorpirifós, LPT modificada para amitraz y prueba de inmersión de larvas (LIT) para ivermectina y fipronil. Para cada cepa, se determinó un radio de resistencia (RR_{50}) con cada compuesto y se consideró que era resistente cuando el RR_{50} era > 2,0. Se determinó resistencia a ivermectina en todos los establecimientos evaluados (100%, 12/12) con una mediana de RR_{50} de 27,35. En la mayoría de los establecimientos, se determinó resistencia a cipermetrina (92,86%, 13/14) con una mediana de RR_{50} de 38,06; a clorpirifós (91,67%, 11/12) con una mediana de RR_{50} de 121,1; y a amitraz (92,86%, 13/14), con una mediana de RR_{50} de 11,28. Fipronil fue el compuesto en el que se observó la menor frecuencia de resistencia (42,86%, 6/14) y tuvo una mediana de RR_{50} de 1,06. Todos los establecimientos evaluados poseían cepas multirresistentes (resistentes a tres o más compuestos). La situación de resistencia múltiple a acaricidas en todos los establecimientos estudiados es alarmante. La información obtenida en esta investigación es importante para la planeación de estrategias de control específicas para la región.

SUMMARY

It was quantified the level of resistance to five acaricides in *Rhipicephalus microplus* larvae from 14 cattle farms from the Recôncavo baiano region of the State of Bahia, Brazil. A Larval Packet Test (LPT) was performed for cypermethrin and chlorpyriphos, modified LPT, for amitraz and Larval Immersion Test (LIT) for ivermectin and fipronil. For each tick strain, it was determined a resistance ratio (RR_{50}), and it was considered resistant when RR_{50} was > 2.0. Resistance for ivermectin occurred in all evaluated farms (100%, 12/12), with a RR_{50} median of 27.35. In most farms, it was observed resistance for cypermethrin (92.86%, 13/14), with a RR_{50} median of 38.06; for chlorpyrifos (91.67%, 11/12), with a RR_{50} median of 121.1; and for amitraz (92.86%, 13/14), with a RR_{50} median of 11.28. Fipronil was the compound with the lowest resistance observed (42.86%, 6/14), with a RR_{50} median of 1.06. Tick strains resistant to three or more acaricides (multi-resistant strains) were found in all evaluated farms. The situation of acaricide multi-resistance across all farms included in this research is alarming. The information obtained in this study provides valuable guidance for the establishment of control strategies specific to the region.

INTRODUCCIÓN

La garrapata bovina, *Rhipicephalus microplus,* es el ectoparásito que causa más pérdidas en la ganadería bovina brasileña (Grisi et al., 2014). Para controlar a este parásito se usan productos químicos (acaricidas) principalmente y, en este país, se ha registrado resistencia a estos compuestos durante muchos años (Klafke et al., 2024). El diagnóstico de resistencia a acaricidas es el primer paso para implementar un programa de control racional de garrapata. En Bahia, Brasil, faltan investigaciones actualizadas de resistencia con técnicas más adecuadas.

El objetivo del trabajo fue determinar y cuantificar el nivel de resistencia a cipermetrina, clorpirifós, amitraz, fipronil e ivermectina en larvas de *R. microplus* de establecimientos bovinos de la región del Recôncavo baiano en el estado de Bahia, Brazil.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre 2022 y 2024, se muestrearon 14 establecimientos localizados en 10 municipios de la región del Recôncavo baiano, Brazil. En cada propiedad, se colectaron hembras adultas ingurgitadas de *R. microplus* y fueron acondicionadas de acuerdo con protocolos internacionales para la obtención de larvas viables (FAO, 2025). Con las larvas recuperadas, se realizaron bioensayos de resistencia a acaricidas para 5 compuestos y se identificó la intensidad de su resistencia. Se realizó prueba de paquete de larvas (LPT) para cipermetrina y clorpirifós, LPT modificada para amitraz y prueba de inmersión de larvas (LIT) para ivermectina y fipronil (Castro Janer et al., 2015; Klafke et al., 2012; Miller et al., 2002). En cada prueba, se determinó un radio de resistencia (RR_{50}) basados en la comparación entre las dosis letales 50 (DL_{50}) de las 14 cepas muestreadas y la cepa susceptible de referencia Porto Alegre. Se consideró que una cepa era resistente al compuesto cuando el RR_{50} era > 2,0. Los análisis fueron hechos en el programa Polo-Plus (Robertson et al., 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron un total de 14 bioensayos para cipermetrina, 12 para clorpirifós, 14 para amitraz, 14 para fipronil y 12 para ivermectina. No fue posible realizar las pruebas para todos los compuestos en cuatro de los establecimientos. Se determinó resistencia a ivermectina en todos los establecimientos evaluados (100%, 12/12) con una mediana de RR_{50} de 27,35 (rango intercuartílico [IQR]: 15,96; 61,84). El nivel de resistencia encontrado para este compuesto fue mayor que el determinado en otras investigaciones hechas en Brazil usando LIT (Klafke et al., 2006; Vilela et al., 2020). En la mayoría de los establecimientos, se determinó resistencia a cipermetrina (92,86%, 13/14) con una mediana de RR_{50} de 38,06 (IQR: 17,54; 84,28); a clorpirifós (91,67%, 11/12) con una mediana de RR_{50} de 121,1 (IQR: 48,91; 183,8); y a amitraz (92,86%, 13/14), con una mediana de RR_{50} de 11,28 (IQR: 2,64; 19,28). El alto nivel de resistencia encontrado para estos compuestos puede estar relacionado a su uso frecuente por medio de aspersiones, un método que favorece los errores de aplicación y, en consecuencia, la aparición de resistencia (Spickett & Fivaz, 1992). Fipronil fue el compuesto en el que se observó la menor frecuencia de resistencia (42,86%, 6/14) y tuvo una mediana de RR_{50} de 1,06 (IQR: 0,49; 22,95) (Fig. 1).

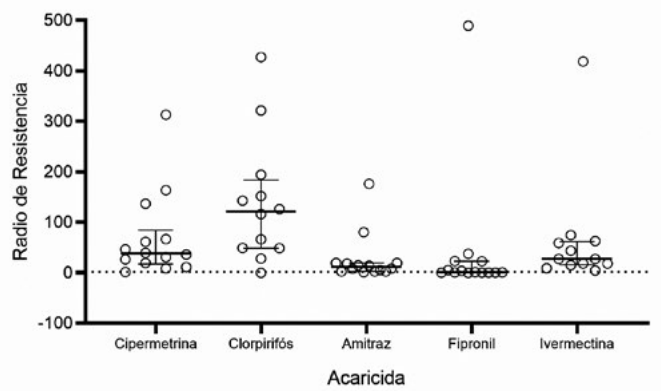


Figura 1. Distribución de los radios de resistencia (RR_{50}) de poblaciones de *Rhipicephalus microplus* de establecimientos en la región del Recôncavo baiano, Bahia, Brazil. Los resultados se muestran como las medianas (líneas horizontales) y los rangos intercuartílicos (barras de error). La línea punteada indica el umbral de RR_{50} (2,0) a partir del cual, las garrapatas se consideraron resistentes. Los círculos representan a los establecimientos (*n*= 14).

Se determinó que todos los establecimientos evaluados poseían cepas multirresistentes (resistentes a tres o más compuestos). Este hallazgo es alarmante porque indica que las opciones de control químico están reduciéndose, situación que se está haciendo más frecuente en diferentes regiones de Brazil (Ferreira et al., 2025; Vilela et al., 2020). El 14,28% (2/14) de los establecimientos tuvieron cepas resistentes a tres compuestos, 78,57% (11/14) tuvieron cepas resistentes a cuatro compuestos y solo en un establecimiento se determinó resistencia a los cinco compuestos (7,14%, 1/14). El perfil de resistencia más frecuente fue frente a cipermetrina, clorpirifós, amitraz e ivermectina (42,56%, 6/14), observándose una alta heterogeneidad de combinaciones entre establecimientos.

CONCLUSIONES

La situación de resistencia múltiple a acaricidas en todos los establecimientos estudiados es alarmante. Esta situación puede ser el reflejo de la realidad actual del estado de Bahia, Brazil, con relación a resistencia a acaricidas. La información obtenida en esta investigación es importante para la planeación de estrategias de control específicas para la región. Los bioensayos de resistencia a acaricidas son el primer paso para formular prácticas de control integrado de la garrapata.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro Janer, E., Klafke, G. M., Capurro, M. L., & Schumaker, T. T. S. (2015). Cross-resistance between

fipronil and lindane in *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus*. *Veterinary Parasitology*, *210*(1–2), 77–83. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.03.011

FAO. (2025). *Guidelines for sustainable tick control and acaricide resistance mitigation in livestock – Technical documentation*. FAO. https://doi.org/10.4060/cd5440en

Ferreira, P. T., Bidone, N. de B., Groff, F., da Silva, P. S., de Jesus, M. S., Pellegrini, D. da C. P., Doyle, R. L., Reck, J., & Klafke, G. (2025). Prevalence of and potential risk factors for multiple resistance to acaricides in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ticks : A survey in the state of Rio Grande Do Sul, Brazil. *Medical and Veterinary Entomology*, *39*(1), 134–145. https://doi.org/10.1111/mve.12767

Grisi, L., Leite, R. C., Martins, J. R. de S., de Barros, A. T. M., Andreotti, R., Cançado, P. H. D., de León, A. A. P., Pereira, J. B., & Villela, H. S. (2014). Reavaliação do potencial impacto econômico de parasitos de bovinos no Brasil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, *23*(2), 150–156. https://doi.org/10.1590/S1984-29612014042

Klafke, G.M., Castro-Janer, E., Mendes, M. C., Namindome, A., & Schumaker, T. T. S. (2012). Applicability of in vitro bioassays for the diagnosis of ivermectin resistance in *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, *184*(2–4), 212–220. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.09.018

Klafke, Guilherme M., Sabatini, G. A., de Albuquerque, T. A., Martins, J. R., Kemp, D. H., Miller, R. J., & Schumaker, T. T. S. (2006). Larval immersion tests with ivermectin in populations of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) from State of Sao Paulo, Brazil. *Veterinary Parasitology*, *142*(3–4), 386–390. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.07.001

Klafke, Guilherme Marcondes, Golo, P. S., Monteiro, C. M. O., Costa-Júnior, L. M., & Reck, J. (2024). Brazil's battle against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ticks: current strategies and future directions. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, *33*(2). https://doi.org/10.1590/s1984-29612024026

Miller, R. J., Davey, R. B., & George, J. E. (2002). Modification of the Food and Agriculture Organization Larval Packet Test to Measure Amitraz-Susceptibility Against Ixodidae. *Journal of Medical Entomology*, *39*(4), 645–651. https://doi.org/10.1603/0022-2585-39.4.645

Robertson, J. L., Russell, R. M., & Savin, N. E. (1980). *POLO: a user's guide to Probit Or LOgit analysis.* https://doi.org/10.2737/PSW-GTR-38

Spickett, A. M., & Fivaz, B. H. (1992). A survey of cattle tick control practices in the eastern Cape Province of South Africa. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, *59*(3), 203–10.

Vilela, V. L. R., Feitosa, T. F., Bezerra, R. A., Klafke, G. M., & Riet-Correa, F. (2020). Multiple acaricide-resistant *Rhipicephalus microplus* in the semi-arid region of Paraíba State, Brazil. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, *11*(4), 101413. https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2020.101413

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

LINFOMA ESPORÁDICO EN BOVINOS: reporte de casos en Argentina

Germán Cantón[1]*, Juan Agustín García[1], Ignacio Álvarez Gentil[2], Emiliano Sosa[1], Eleonora Morrell[1].

1- Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) – CONICET, RN 226 km. 73.5, 7620 Balcarce, Argentina.
*Autor de correspondencia: canton.german@inta.gob.ar
2- Laboratorio Alvarez, 25 de Mayo 139, B8000 Bahía Blanca, Argentina.

RESUMEN

El linfoma esporádico bovino es una neoplasia maligna poco frecuente, no asociada al virus de la leucosis bovina (BLV), que afecta principalmente a animales jóvenes en tres formas clínicas: juvenil (multicéntrica), tímica y cutánea. En este trabajo se describen tres casos de linfoma esporádico en terneros raza Aberdeen Angus, de entre 5 y 12 meses de edad, provenientes de establecimientos ganaderos de producción de carne de la provincia de Buenos Aires. Debido a la presentación esporádica y clínicamente inespecífica de esta patología en bovinos, la misma debería incluirse en el diagnóstico diferencial de casos individuales en categorías jóvenes.

SUMMARY

Sporadic bovine lymphoma is a rare malignant neoplasm, not associated with bovine leukemia virus (BLV), that primarily affects young animals in three clinical forms: juvenile (multicentric), thymic, and cutaneous. In this paper, we describe three cases of sporadic lymphoma in Aberdeen Angus calves between 5 and 12 months of age, originating from beef farms in Buenos Aires province, Argentina. Given its sporadic nature and nonspecific clinical presentation, it is important to consider this pathology in the differential diagnosis of individual cases in young cattle.

INTRODUCCIÓN

El linfoma bovino se asocia con mayor frecuencia a la infección por el BLV (*Retroviridae*) en animales adultos, donde, provoca la enfermedad conocida como leucosis enzoótica bovina (LEB). Esta se caracteriza principalmente por linfocitosis persistente y en menor medida, por manifestaciones clínicas y lesiones asociados a linfomas, observadas con mayor frecuencia en individuos mayores a los 2 años de edad (Marawan et al. 2021). También se describen casos esporádicos de linfoma en bovinos jóvenes, no relacionada con infecciones con BLV, con tres presentaciones clínico-patológicas: linfoma congénito multicéntrico o juvenil (frecuente en terneros antes de los 2 meses de edad); forma tímica (entre los 6 y 24 meses), y forma cutánea (1 a 3 años) (Washburn et al. 2007, Bezerra et al. 2015, Diehl et al. 2023, Mendes et al. 2025). En este trabajo se describen 3 casos de linfoma esporádico en terneros Aberdeen Angus de establecimientos ganaderos de la provincia de Buenos Aires, Argentina, los cuales fueron analizados en el Servicio de Diagnóstico Veterinario Especializado (SDVE) del INTA Balcarce.

DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS

El caso A se registró en un ternero Aberdeen Angus, de 5 meses de edad, al pie de la madre, proveniente de un establecimiento dedicado a la cría y recría bovina. El animal murió súbitamente. Durante la necropsia se observó linfoadenomegalia mediastínica, retrofaríngea y preescapular, bilateral. Al abordar la cavidad torácica se observó aproximadamente 2 litros de líquido sero-hemorrágico (hidrotórax). El timo presentaba marcada timomegalia torácica (de 18-20 cm de longitud, 1,5 Kg) y el parénquima estaba firme al tacto (Figura 1A). Al corte se observaron dos formaciones amarillentas, friables, una de 9 × 5 cm y otra de 3 × 2,5 cm (Figura 1B). No se registraron otras lesiones relevantes.

El caso B se registró en una ternera Aberdeen Angus, de 6 meses de edad, al pie de la madre, perteneciente a un establecimiento dedicado a la cría y recría bovina. La ternera había presentado un desmejoramiento progresivo durante las semanas previas a la muerte y linfoadenomegalia retrofaríngea y preescapular (Figura 1C). Se extrajo sangre entera (con EDTA) para realizar un hemograma, pudiéndose detectar leucocitosis leve (12.400/m^3; valores de referencia 4-12mil/m^3). En la necropsia realizada por el veterinario actuante se describió linfoadenomegalia evidente en linfonódulos retrofaríngeos, mesentéricos, preescapulares (Figura 1D), entre otros.

El caso C se registró en una ternera Aberdeen Angus de 12 meses de edad, destetada hacía unos meses en un

establecimiento dedicado a la cría y recría bovina. Se encontraba en engorde a corral. El animal presentaba, desde hacía dos semanas, signología respiratoria severa: posición ortopneica, ptialismo, exoftalmo y desmejoramiento severo (Figura 2A). Había sido tratada con tilmicosina y flunixin de meglumina ante una sospecha de bronconeumonía bacteriana, no observando respuesta favorable. Se evaluó clínicamente presentando una temperatura rectal

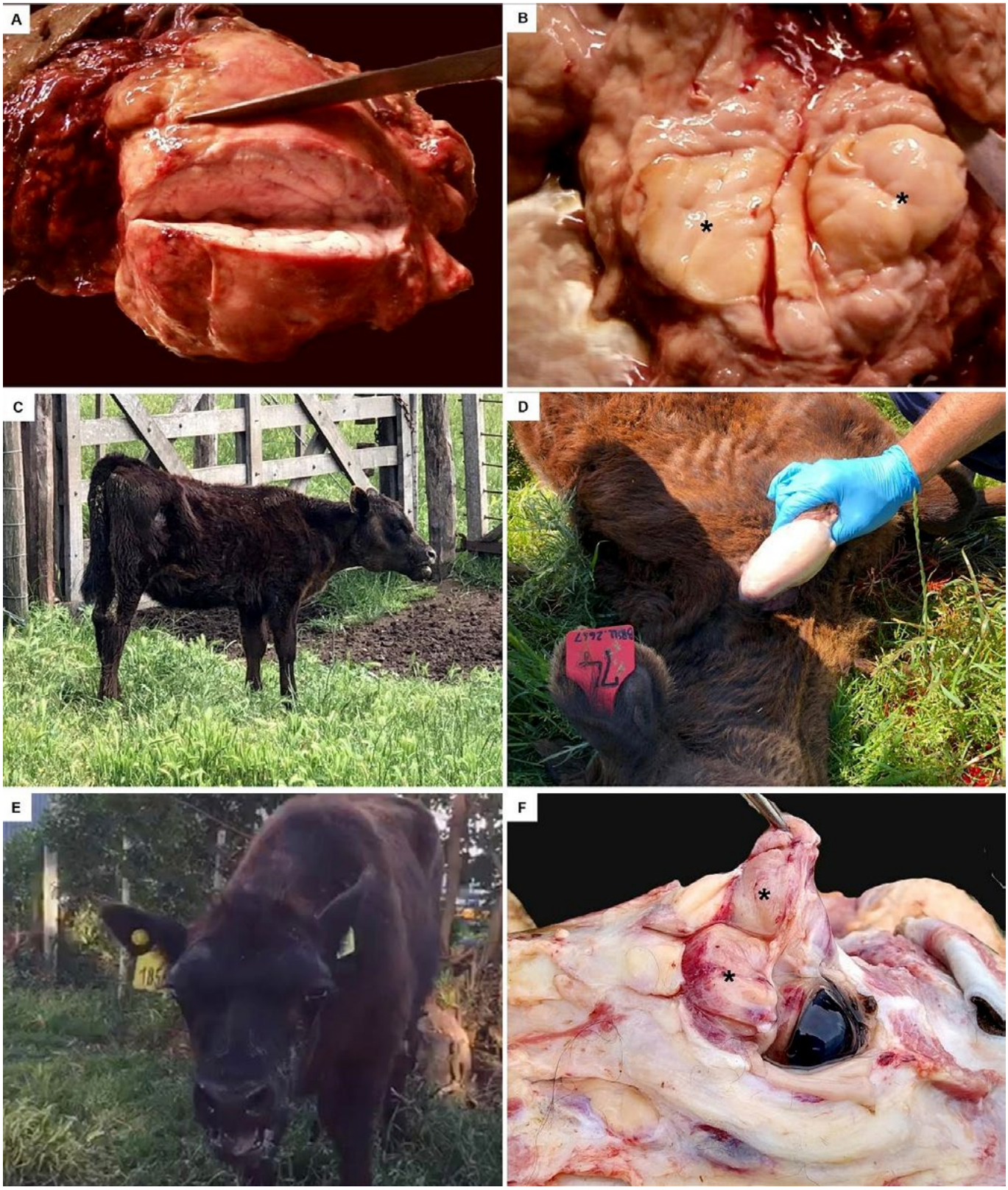


Figura 1. A. Timomegalia en ternero Aberdeen Angus de 5 meses de edad (Caso A). B. Formaciones amarillentas, friables (asteriscos), de aproximadamente 9 × 5 cm en el parénquima de timo torácico (Caso A). C. Ternero con pobre condición corporal y linfoadenomegalia retrofaríngea y prescapular (Caso B). D. Linfoadenomegalia preescapular (Caso B). D. Ternera Aberdeen Angus de 1 año, con posición ortopneica, ptialismo y exoftalmos (Caso C). E. Proliferación de tejido linfoide palpebral en órbita derecha (asteriscos) (Caso C).

de 41ºC, frecuencia respiratoria de 80 movimientos por minuto. Se extrajo una muestra de sangre entera (con EDTA) para realizar un hemograma, pudiéndose detectar leucocitosis marcada (21.000/ m^3; valores de referencia 4-12mil/ m^3) y linfocitosis (79% en la fórmula leucocitaria; valores de referencia 45-75%). En suero no se detectaron anticuerpos contra el BLV mediante ELISA. Dada la gravedad del cuadro, se procedió a practicar la eutanasia siguiendo las recomendaciones del Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Experimentación (CICUAE, INTA). En la necropsia se observó proliferación de tejido linfoide palpebral en ambas órbitas, provocando protrusión del tercer párpado y exoftalmo bilateral (Figura 2B). También se registró linfoadenomegalia subparotídea, retromandibular y submaxilar, con pérdida de la arquitectura normal y consistencia friable. En parénquima renal se observó un foco blanquecino, de 1 cm de diámetro, compatible con linfoma.

En las tres necropsias se extrajeron muestras de tejidos en formol al 10% para estudios histopatológicos. Microscópicamente, en los tres casos, se observó infiltración difusa y extensa de células linfoblásticas medianas a grandes (equivalentes a ≥ 2-3 eritrocitos), dispuestas en hojas. Estas células presentaban núcleo redondo ocasionalmente con clivajes y citoplasma moderado bien definido. La cromatina era laxa a moderadamente granular, con leve pleomorfismo nuclear, y se identificaba un nucléolo único, central y evidente en la mayoría de las células. Ocasionalmente, las células neoplásicas presentaban cromatina densa. Además, se observó una tasa mitótica baja a moderada, con aproximadamente 1 a 3 figuras mitóticas por campo de máxima magnificación (40x), incluyendo mitosis normales y algunas aberrantes. En el Caso A, predominantemente afectando timo y algunos linfonódulos. En el caso B, se observaron múltiples áreas con células neoplásicas en hígado, bazo, pulmón y células neoplásicas en el interior de los vasos sanguíneos, permitiendo caracterizarlo como linfoma juvenil. En el caso C se observaron células neoplásicas en meninges, linfonódulos, pericardio, riñón, rumen e hígado. Estos hallazgos permitieron caracterizar a este caso como linfoma juvenil. En los casos A y B no se pudo descartar infección por BLV.

DISCUSIÓN

Considerando los hallazgos clínicos característicos observados en las necropsias y posteriormente confirmados mediante el análisis histopatológico, se pudo confirmar que estos casos se trataron de diferentes formas de linfoma esporádico. Los linfomas constituyen la causa más frecuente de neoplasia que afecta a bovinos (Burton et al. 2010). Si bien no se pudo descartar infección con BLV en dos de los casos, las características clínicas sugieren que se tratan de casos de presentación esporádica. Esta patología es infrecuente en la casuística del SDVE del INTA Balcarce, aunque se han registrado casos de linfomas congénitos (Sosa et al. 2025). Probablemente, al ser patologías de presentación esporádica y/o individual, posiblemente pasen desapercibidas o sean desatendidas en sistemas de producción extensivos, como es la ganadería de la región.

CONCLUSIONES

Si bien se trata de una patología de presentación esporádica, sus manifestaciones clínicas pueden generar presentaciones que puedan llevar a un diagnóstico presuntivo incierto. Su ocurrencia podría ser más frecuente de lo que se detecta, pudiendo pasar desapercibidas en condiciones de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burton, A., Nydam, D., Long, E., & Divers, T. (2010). Signalment and clinical complaints initiating hospital admission, methods of diagnosis, and pathological findings associated with bovine lymphosarcoma (112 Cases). J. Vet. Intern. Med. 24:960-964.

Bezerra, A., Lima, S., Araújo, M., Oliveira, V., Ávila, L., & Barros, C. (2015). Sporadic multicentric lymphoma in a Nelore calf. Braz. J. Vet. Pathol. 8(2):65-67.

Diehl, B., Grau, A., de Oliveira, H., Darwin, L., Craft, W., & Cabrera, C. (2023). Peripheral lymphadenopathy in twin male Brahman calves. J. Am. Vet. Med. Assoc. 261(7):1-3.

Marawan, M., Alouffi, A., El Tokhy, S., Badawy, S., Shirani, I., Dawood, A., Guo, A., Almutairim M., Alshammari, F., & Selim, A. (2021). Bovine leukaemia virus: current epidemiological circumstance and future prospective. Viruses 13(11):2167.

Mendes, R., Perosa, F., Ilha, M., Boldori, É., Tonin, R., Graham, E., Piva, M., Gris, A., Rissi, D. (2025). A divergent anatomic distribution of bovine lymphoma: time for an update. J. Vet. Diagn. Invest. 37(6):962-968.

Sosa, E., Giannitti, F., Macías-Rioseco, M., Colque Caro, L., da Silva Silveira, C., García, J., Scioli, V., Morrell, E., Moore, D., Chianini, F. & Cantón, G. (2025). Congenital neoplasms in cattle: a literature review and multi-institutional case series. J. Vet. Diag. Invest. 37(4):559-573.

Washburn, K., Streeter, R., Lehenbauer, T., Snider, T. (2007). Comparison of core needle biopsy and fine-needle aspiration of enlarged peripheral lymph nodes for antemortem diagnosis of enzootic bovine lymphosarcoma in cattle. J. Am. Vet. Med. Assoc.230(2):228-232.

ECTOPIA CORDIS CERVICAL EN UN TERNERO ABERDEEN ANGUS

Álvaro Ruiz[1,2], Pedro Cantón[3], Juana Cantón[3] y Germán Cantón[1]*.

1- Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) – CONICET, RN 226 km. 73.5, 7620 Balcarce, Argentina.
*Autor de correspondencia: canton.german@inta.gob.ar
2- Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Católica de Salta. Campo Castañares, A4400EDD Salta, Argentina.
3- Actividad privada, Balcarce, Argentina.

RESUMEN

Ectopia cordis es una anomalía del desarrollo donde el corazón en conjunto con el saco pericárdico se proyecta hacia craneal, ubicándolos fuera de la cavidad torácica, más comúnmente en la región cervical, en la mayoría de los casos no compatible con largos periodos de vida por impedir el normal funcionamiento de la bomba cardiaca. Es una malformación congénita poco descrita en bovinos y otras especies alrededor del mundo. Su presentación esporádica la vuelven un objeto de difícil descripción y asociación a factores predisponentes.

SUMMARY

Ectopia cordis is a developmental anomaly in which the heart, along with the pericardial sac, protrudes outside the thorax; in most cases, this condition is incompatible with long-term survival due to the atypical anatomical structure that prevents normal cardiac function. It is one of the least frequently described congenital malformations in cattle and other species worldwide. The extremely sporadic occurrence of this condition makes it difficult to describe and associate with predisposing factors.

INTRODUCCIÓN

Ectopia cordis es una rara de malformación donde el corazón se halla fuera de la cavidad torácica, descrita escasamente en mamíferos de diferentes especies, siendo su etiología indeterminada (De Albuquerque Cerqueira et al. 2024). Suelen definirse tres presentaciones según su ubicación: *ectopia cordis* cevical, *ectopia cordis* extratorácica y *ectopia cordis* intratorácica. Los primeros detalles publicados de *ectopia cordis* cervical en bovinos en Argentina datan de al menos 100 años atrás (Van de Pas 1920; Canter & Sopeña 1951), aunque posteriormente no existen registros de su ocurrencia en nuestros sistemas ganaderos. El presente trabajo describe un caso de *ectopia cordis* cervical en un ternero Aberdeen Angus en un rodeo de la provincia de Buenos Aires, Argentina, detallando las últimas semanas de evolución clínica, hasta su muerte súbita y los hallazgos *post mortem*.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

En diciembre de 2025 se registró la presencia de un ternero Aberdeen Angus negro, de aproximadamente 4 meses de vida, en un campo de cría extensiva, ubicado en el partido de Necochea, en la provincia de Buenos Aires, Argentina. La consulta surgió ante la observación del personal de campo de un abultamiento en el pecho. El rodeo estaba compuesto por 320 vacas multíparas, Hereford, Aberdeen Angus y sus cruzas con 300 terneros al pie, que habían parido entre julio y agosto del mismo año.

En la inspección clínica se determinó una buena condición corporal, y en estado de alerta. En la región pectoral se confirmó un bulto ovalado de 20 × 15 cm. en subcutáneo que poseía movimiento propio (Figura 1A), el cual a la palpación conjunta de arteria femoral se correspondió con movimientos de sístole y diástole cardiaca permitiendo inferir se trataba de *ectopia cordis*. Los movimientos de contracción y deslizamiento posibilitaron colegir que la base del corazón se encontraba unida a grandes vasos en el ingreso al tórax óseo, mientras el ápex apuntaba en la dirección opuesta. Se determinó una leve taquicardia (frecuencia cardíaca de 120 latidos por min; referencia 80-100 latidos) (Frasson et al. 2023). No se pudo hacer una inspección clínica más detallada.

El ternero fue destetado anticipadamente y se incorporó a otro rodeo de terneros ya destetados, para poder tener un mejor registro de su evolución clínica. Desde esa fecha disponía de silaje de maíz en comederos y agua. Durante un periodo de 15 días se mantuvo sin otros signos evidentes alimentándose y bebiendo agua de forma normal, hasta producirse la muerte súbita, encontrándolo en decúbito lateral con miembros extendidos.

Se procedió a la realización de necropsia completa. A la apertura del subcutáneo de la región pectoral se observó que el corazón se encontraba envuelto en su saco pericárdico con dirección del vértice hacia craneal (Figura 1B). Se observó que poseía doble ápex (Figura 1C), coincidente con lo reportado por Takeo & Abe (1986). Al ingresar a cavidad torácica se constató que los grandes vasos seguían el recorrido externo en dirección aboral mientras los pulmones se encontraban en el sitio anató-

mico esperado como mencionan en casos reportados en la última década (Jezek et al. 2016, Bolcato et al. 2018, Frasson et al. 2023).

DISCUSIÓN

Las malformaciones congénitas en bovinos son de las descripciones más antiguas de enfermedades que existen en medicina veterinaria, sin embargo, aún muchas de ellas (entre ellas *ectopia cordis*) se encuentran sin una etiología claramente descrita o patogenia dilucidada. Se considera que está causada por un fallo en la fusión del mesodermo lateral durante el desarrollo embrionario. Generalmente es idiopática, potencialmente vinculada a defectos genéticos o lesiones prenatales tempranas (Frasson et al. 2023).

CONCLUSIONES

Esta descripción de *ectopia cordis* de tipo cervical atina a entender esta entidad y su presentación en los sistemas ganaderos de la región, particularmente para que los veterinarios de la actividad privada lo reconozcan tempranamente, aunque, por lo general su pronóstico es malo, aunque se describe que algunos terneros con formas cervicales sobreviven.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bolcato, M., Benazzi, C., Tura, G., Gentile, A., Tagliavia, C., Morgante, M., B. Dimitrijevic, B., & Grandis, A. (2018). L'Ectopia Cordis congenita del bovino. Large Animal Review 24:167-173.

Canter, D., & Sopeña, I. (1951). Ectopias cardíacas: un nuevo caso de exocardia cervical. Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria 13(1):74-89.

Cerqueira, L., Mâcedo, I., Sousa, D., Amorim, H., Borges, J., Ximenes, F., Câmara, A., & Castro, M. (2024). Complete thoracic *ectopia cordis* in two lambs. Animals 14:2213.

Jezek, J., Domanjko Petric, A., Paller, T., & Staric, J. (2016). Cervical *ectopia cordis* in a calf: a case report. Veterinarni Medicina 61(4):224-228.

Frasson, L., Zoppi Salvador, A., Zoppi Lemos, V., Borges Machado, R., De Aguiar Oliveira, P., & Dos Santos Alberti, T. (2023). Bovine thoracic *ectopia cordis* in southeastern Rio Grande do Sul, Brazil. Cuadernos de Educación y Desarrollo 15(11):14611-14618.

Takeo, H., & Abe, M. (1986). Eigth calves of cervical *ectopia cordis* and their sternums. Japanese Journal of Veterinary Science 48(6):1999-1206.

Van de Pas, L. (1920). Ectopía cardiaca cervical: estudio anatómico. Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria FAUBA 3(2):95-112.

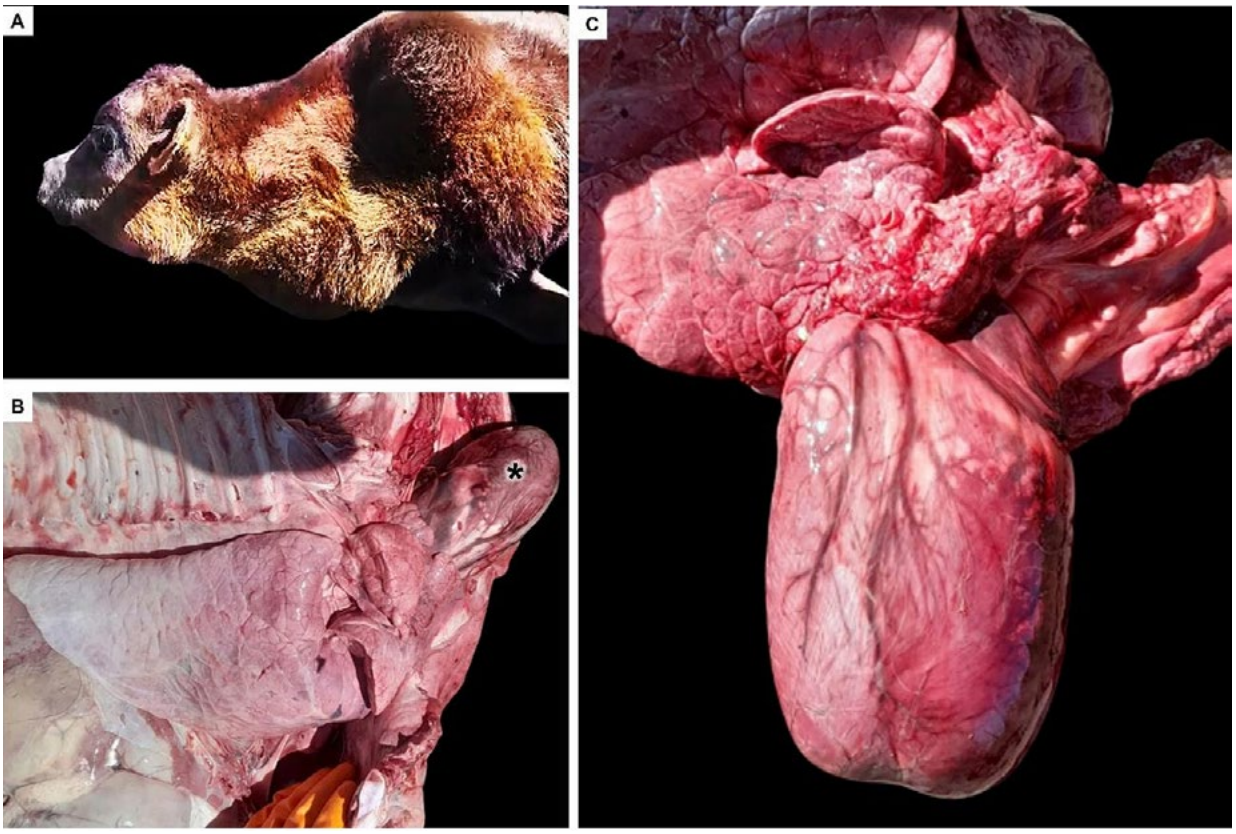


Figura 1. A. Bulto ovalado de 20 × 15 cm. en la región pectoral. B. En la región pectoral se observó que el corazón (asterisco) se encontraba envuelto en su saco pericárdico con dirección del vértice hacia craneal. C. Corazón con doble ápex.

IR AL INDICE

DIAGNÓSTICO INTEGRAL DE UN BROTE DE ENFERMEDAD RESPIRATORIA BOVINA EN TERNEROS DE UN SISTEMA EXTENSIVO DE RECRÍA CON ALTA MORTALIDAD EN DURAZNO, URUGUAY

Stephanie Lara[1]*, Fabiana López[2], Luis Moreno[2], Marcela Preliasco[2], Fulvio Eiraldi[3], Carolina Acevedo[1] y Sabrina Pimentel[2*]

1- Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Ruta 8, Km 18, Montevideo, Uruguay
2- Profesional liberal, Durazno, Uruguay.
3- División Laboratorios Veterinarios (DILAVE), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Tacuarembó y Montevideo, Uruguay.
* stephanielara1983@gmail.com

RESUMEN

Se describe un caso clínico colectivo de enfermedad respiratoria con mortalidad en terneros de recría ocurrido entre mayo y junio de 2025 en un establecimiento comercial en Durazno, Uruguay. El motivo de consulta fue la presencia de terneros con tos, mocos y deterioro progresivo del estado general, que finalizaron con la muerte. Durante el episodio murieron cinco animales. Se realizó un abordaje diagnóstico integral que incluyó la evaluación clínica colectiva de 14 terneros enfermos, la necropsia y los estudios complementarios de dos animales. Clínicamente predominaron el bajo estado corporal, depresión del sensorio, corrimiento nasal y ocular mucopurulento y tos, con anemia moderada a severa confirmada por hematocrito. El método de Baermann detectó larvas compatibles con *Dictyocaulus viviparus* en 10 animales. La carga parasitaria de nematodos fue elevada con predominio de *Haemonchus* spp. y *Cooperia* spp. La histopatología pulmonar evidenció neumonía broncointersticial aguda multifocal en un ternero y bronconeumonía broncointersticial crónica activa con bronquiolitis obliterante y células gigantes sinciciales en el otro. En muestras de pulmón de un ternero se detectó el virus de la DVB y en otro, el VRSB mediante qPCR. El cuadro se interpretó como un síndrome respiratorio bovino de presentación multifactorial, en el que las parasitosis gastrointestinales y pulmonares actuaron como factores predisponentes.

SUMMARY

A collective clinical case of respiratory disease and mortality in rearing beef calves is described. The outbreak occurred between May and June 2025 in a grazing production system located in Durazno, Uruguay. The reason for consultation was the occurrence of calves showing coughing, mucus, and progressive deterioration, followed by death. Five animals died during the outbreak. A comprehensive diagnostic approach was performed, including clinical examination of 14 ill calves, necropsy, and complementary analysis of two animals. Main clinical findings include poor body condition, depression, mucopurulent nasal and ocular discharge, and coughing with moderate to severe anemia confirmed by hematocrit. Lungworm larvae compatible with *Dictyocaulus viviparus* were detected by the Baermann technique. Necropsied animals showed high fecal egg counts with predominance of *Haemonchus* spp. y *Cooperia* spp. Pulmonary histopathology revealed multifocal acute broncho-interstitial pneumonia in one calf and chronic-active broncho-interstitial bronchopneumonia with obliterative bronchiolitis and syncytial giant cells in the other. qPCR testing of lung samples identified BVDV in one calf and BRSV in another. The case was interpreted as a multifactorial bovine respiratory disease complex in which gastrointestinal and pulmonary parasitism acted as major predisposing factors.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad respiratoria bovina (ERB) es una de las principales causas de pérdidas económicas y sanitarias en los sistemas de producción bovina a nivel mundial, afectando especialmente a los animales jóvenes durante la recría y el engorde (Constable et al., 2017). Se trata de una enfermedad de etiología multifactorial, en la que interactúan agentes virales y bacterianos, junto con malas condiciones de manejo, factores ambientales y la susceptibilidad del hospedador (Stöber, 2015). Entre los principales agentes virales involucrados en la ERB se destacan el virus respiratorio sincitial bovino (VRSB), el virus de la rinotraqueítis infecciosa bovina (BoHV-1), el virus de la diarrea viral bovina (DVB), el virus parainfluenza tipo 3 (PI3) y el coronavirus bovino (BCoV). Los agentes bacterianos más frecuentes son *Pasteurella multocida*,

Mannheimia haemolytica e *Histophilus somni* (Rivero et al., 2013; Del Piero, 2015). Asimismo, se ha descrito la participación del nematodo *Dictyocaulus viviparus* en brotes de bronquitis (Llada et al., 2020). El objetivo de este estudio es describir un caso clínico colectivo de mortalidad en terneros de recría, asociado a una infección respiratoria viral y a la intervención de parasitosis tanto gastrointestinal como pulmonar.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El brote se presentó entre el 19 de mayo y el 13 de junio de 2025, en un establecimiento ubicado en la localidad de La Paloma, Durazno, Uruguay. El predio tenía una superficie de 133 ha y una carga aproximada de 0,41 UG/ha. El sistema productivo era de recría y terminación, con la compra de animales de distintas edades y orígenes. Al momento de la consulta, participaron veterinarios de Facultad de Veterinaria y de DILAVE Tacuarembó y había aproximadamente 100 terneros en pastoreo mixto con ovinos Texel. La alimentación consistía en campo natural, verdeo de invierno (raigrás) y suplementación con cascarilla de soja pelleteada. El motivo de consulta fue la presencia de terneros con tos y moco. Durante el episodio murieron 5 animales. Como antecedente relevante, el productor reportó 27 terneros muertos (Mt 33%) en el año anterior en la misma época. El plan sanitario incluía la vacunación contra enfermedades respiratorias (Vac-Sules Feedlot®) y la administración de Naftalofos (Tritom®) 5 días antes del refuerzo de la vacuna. Los animales recibían tratamiento con fluazurón al ingresar al establecimiento. Al momento de la visita, los terneros estaban separados en tres lotes: enfermos, aparentemente sanos y guachera. Se examinó el lote de 14 terneros con signos respiratorios. Se observó bajo estado corporal general. Los principales hallazgos clínicos fueron depresión del sensorio, corrimiento nasal y ocular mucopurulento y tos. Algunos animales presentaban fiebre, adenomegalia submandibular y lesiones de la mucosa oral. En la auscultación se detectaron roces pulmonares caudales. Con la técnica de Baermann se detectaron larvas compatibles con *Dictyocaulus viviparus* en 10 de los 14 animales evaluados. Adicionalmente, se realizó la extracción de sangre por venopunción yugular en 11 terneros. Nueve de los 11 animales evaluados presentaron hematocrito de 17-26 %. Se realizaron necropsias en dos terneros muertos durante el brote y se tomaron muestras para estudios histopatológicos (Departamento de Patología de DILAVE Sede Central), microbiológicos, parasitológicos (DILAVE Tacuarembó) y moleculares (INIA La Estanzuela). En el ternero 1 se constató alta carga parasitaria gastrointestinal con abundantes *Haemonchus* spp., lesiones compatibles con ostertagiosis, anemia y edema subcutáneo. En el pulmón se observaron enfisema, exudado bronquial y *Dictyocaulus viviparus* (Figura 1). En el ternero 2 se observaron abundantes *Haemonchus* spp. en el abomaso y

Figura 1. Examen post mortem de ternero 1. **A.** Numerosos adultos de *Haemonchus* spp. en la mucosa del abomaso (flechas blancas). **B.** Mucosa abomasal con múltiples nódulos elevados difusos, compatibles con ostertagiosis. **C.** Corte del parénquima pulmonar; presencia de *Dictyocaulus viviparus* en los bronquios caudales (flechas negras).

IR AL INDICE

lesiones pulmonares (Figura 2A).

Histológicamente, el ternero 1 presentó neumonía broncointersticial aguda multifocal con exudado fibrinoide e hiperplasia linfoide bronquial, mientras que el ternero 2 mostró bronconeumonía broncointersticial crónica activa con bronquiolitis obliterante y células gigantes sinciciales (Figura 2B).

Los recuentos parasitarios fueron elevados (2600 y 5450 HPG), con predominio de *Haemonchus* spp. y *Cooperia* spp. Por qPCR se detectó DVB en el ternero 1 y VRSB en el ternero 2, y en cultivos pulmonares se aislaron bacterias oportunistas (*Pseudomonas* spp., *Streptococcus* spp.). Se recomendó implementar un monitoreo coproparasitario sistemático para orientar los tratamientos antiparasitarios, la rotación de principios activos y establecer un control sanitario al ingreso de animales. Asimismo, se indicó reducir la heterogeneidad etaria y ajustar el momento de vacunación, priorizando animales en adecuado estado sanitario.

DISCUSIÓN

El cuadro fue interpretado como ERB de presentación multifactorial, diagnóstico sustentado por los hallazgos clínicos y los estudios laboratoriales. Las lesiones pulmonares observadas macroscópicamente fueron compatibles con una infección viral respiratoria. Los resultados moleculares confirmaron la presencia de DVB y del VRSB. La detección de bacterias oportunistas sugiere la participación bacteriana secundaria, como ocurre habitualmente en este síndrome. Un aspecto relevante del caso fue el papel de las parasitosis gastrointestinales y pulmonares como factores predisponentes. Los elevados recuentos parasitarios en los animales necropsiados, la anemia moderada a severa y la presencia de *Dictyocaulus viviparus* en los bronquios y en la materia fecal de 10 animales indican una elevada presión parasitaria en el rodeo. Las parasitosis habrían contribuido al desarrollo del cuadro respiratorio debido a la presencia de anemia, deterioro general del estado corporal y alteración de la respuesta inmune, generando condiciones favorables para la presentación clínica de la ERB y limitando la respuesta inmunitaria frente a la vacunación. En sistemas extensivos de recría del Uruguay, las parasitosis gastrointestinales y pulmonares constituyen un factor frecuentemente subestimado en la presentación de cuadros respiratorios colectivos. Desde el punto de vista epidemiológico, la introducción de animales de distintos orígenes, la heterogeneidad de edades dentro de los lotes y la ausencia de monitoreo coproparasitario probablemente contribuyeron a la persistencia del problema sanitario.

CONCLUSIONES

El cuadro correspondió a la enfermedad respiratoria bovina con confirmación de presentación multifactorial

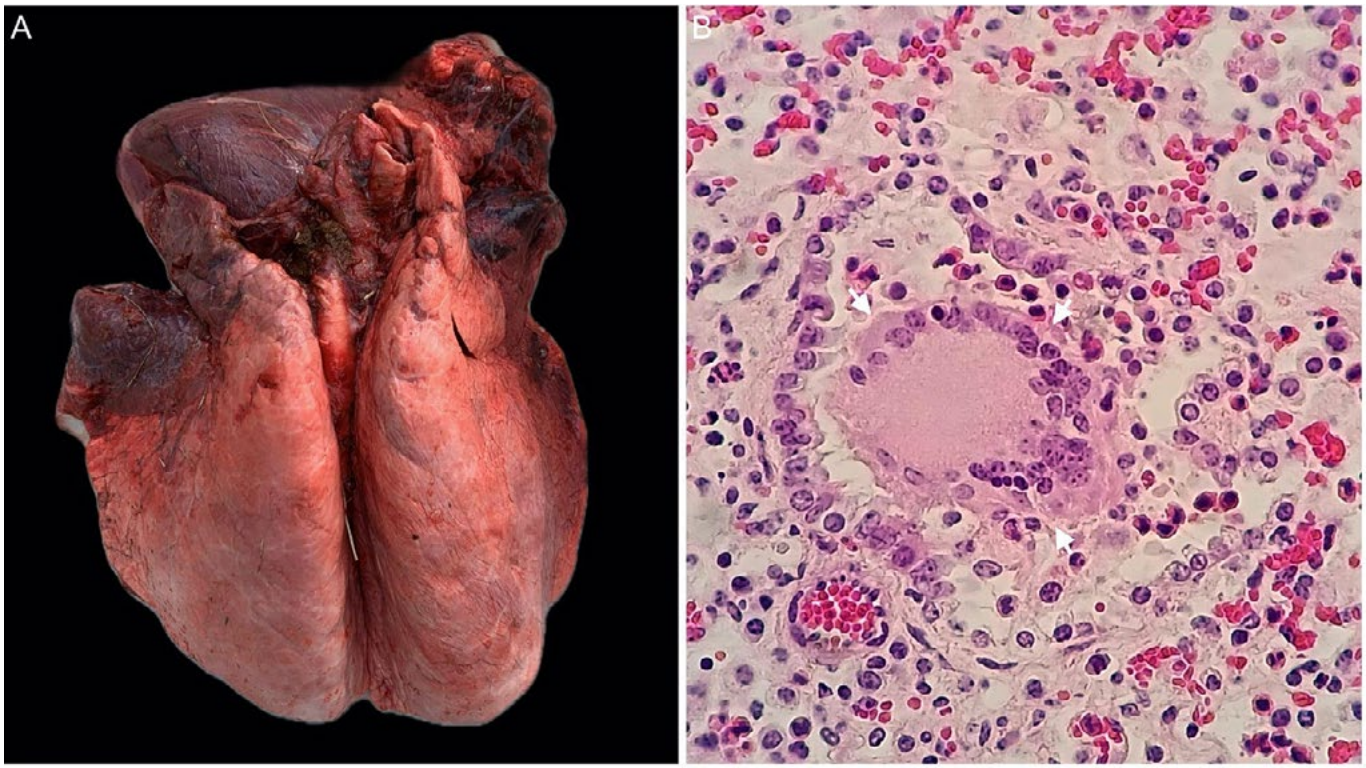


Figura 2. Infección por el virus respiratorio sincitial bovino (VRSB) en el ternero 2. **A.** Macroscópicamente, las áreas craneoventrales se observan enrojecidas y colapsadas debido a atelectasia, mientras que las regiones caudodorsales están distendidas por sobredistensión alveolar o enfisema. **B.** Célula sincitial bloqueando la luz bronquial (flechas blancas); se observan múltiples núcleos periféricos y amplio citoplasma. Objetivo de inmersión 100x.

en terneros de recría. Las parasitosis gastrointestinales y pulmonares tuvieron un papel relevante como factores predisponentes al desarrollo y a la severidad del cuadro respiratorio. Este caso destaca la importancia del monitoreo sistemático de las parasitosis como herramienta fundamental para prevenir pérdidas productivas en sistemas extensivos de recría de terneros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

-Constable, P.D., Hinchcliff, K.W., Done, S.H. y Grünberg, W. (2017). Diseases of the Respiratory System. En: Veterinary Medicine (11ª ed., pp. 845-1090). St Louis: Elsevier.

-Del Piero, F. (2015). Patología respiratoria de los bovinos. En: Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), Jornadas Uruguayas Buiatría (Vol. XLIII, p. 36). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.

-Llada, I. M., Sicalo Gianechini, L., Lloberas, M. M., Morrell, E. L., Odriozola, E. R., & Cantón, G. J. (2020). Dictiocaulosis en vacas de cría en la provincia de Buenos Aires, Argentina: descripción de dos brotes. Analecta veterinaria, 40(1), 25-25.

-Rivero, R., Sallis, E., Callero, J., Luzardo, S., Gianneechini, R., Matto, C., …Schild, A. (2013). Neumonía enzoótica asociada al virus respiratorio sincitial bovino (BRSV) en terneros en Uruguay. Veterinaria (Montevideo), 49, 29-39.

-Stöber, M. (2015). Enfermedades de los órganos respiratorios, el diafragma y la pared torácica. En G. Dirksen, H.D. Gründer, y M. Stöber (Eds), Medicina interna y cirugía del bovino (pp. 249-314). Buenos Aires: Inter-médica.

IR AL INDICE

DIAGNÓSTICO RÁPIDO DE PATÓGENOS VIRALES RESPIRATORIOS Y REPRODUCTIVOS BOVINOS POR PCR *MULTIPLEX*: una herramienta práctica para la vigilancia de enfermedades

Marina Maurente Berón, María Barrandeguy, Caroline Silveira da Silva, Federico Giannitti, Alejo Menchaca, Ingryd Merchioratto*

Plataforma de Investigación en Salud Animal, Instituto Nacional de investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental La Estanzuela, Ruta 50, km 11.5, Colonia, Uruguay.
*Autor de correspondencia: imerchioratto@inia.org.uy

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una herramienta de diagnóstico basados en qPCR *multiplex* para la detección simultánea de virus reproductivos y/o respiratorios bovinos. Se seleccionaron patógenos respiratorios [virus de la diarrea viral bovina (BVDV), herpesvirus bovino 1 (BoHV-1), virus parainfluenza 3 bovino (BPIV3) y virus respiratorio sincicial bovino (BRSV)] así como reproductivos [poliomavirus bovino (BPyV), BPIV3, BoHV-1 y BVDV]. Los cebadores y sondas fueron seleccionados a partir de estudios previamente publicados, y adaptados para su uso en *multiplex* en ambos paneles. Los paneles desarrollados presentaron un desempeño comparable al observado en las reacciones *singleplex*. Para la mayoría de los patógenos se determinó un límite de detección similar en *singleplex* y *multiplex*, con un ciclo umbral [*cycle threshold* (Ct)] de 36 para el panel reproductivo y de 36,2 para el panel respiratorio. Únicamente para BVDV y BPIV3 se estableció como criterio de confirmación mediante qPCR *singleplex* en muestras con valores de Ct superiores a 32 en ambos paneles. En conclusión, los paneles desarrollados demostraron ser eficaces para la detección simultánea de los patógenos evaluados, optimizando el tiempo y los recursos en el laboratorio veterinario.

SUMMARY

The aim of this study was to develop a diagnostic tool based on multiplex qPCR for the simultaneous detection of bovine reproductive and/or respiratory viruses. Respiratory pathogens were selected [bovine viral diarrhea virus (BVDV), bovine herpesvirus 1 (BoHV-1), bovine parainfluenza virus type 3 (BPIV3), and bovine respiratory syncytial virus (BRSV)] as well as reproductive pathogens [bovine polyomavirus (BPyV), BPIV3, BoHV-1, and BVDV]. Primers and probes were selected from previously published studies and adapted for multiplex use in both panels. The developed panels showed performance comparable to that observed in singleplex reactions. For most pathogens, a similar limit of detection was determined in singleplex and multiplex assays, with a cycle threshold (Ct) of 36 for the reproductive panel and 36.2 for the respiratory panel. Only for BVDV and BPIV3 was confirmation by singleplex qPCR established as a criterion for samples presenting Ct values above 32 in both panels. In conclusion, the developed panels proved to be effective for the simultaneous detection of the evaluated pathogens, optimizing time and resources in the veterinary laboratory.

INTRODUCCIÓN

Las pérdidas reproductivas y la enfermedad respiratoria en bovinos constituyen una de las principales causas de impacto económico en los sistemas de producción a nivel mundial. La etiología de estos procesos es multifactorial, destacándose diversos agentes infecciosos, entre ellos virus de relevancia sanitaria y productiva. En el ámbito reproductivo son reconocidos el virus de la diarrea viral bovina (BVDV), el herpesvirus bovino tipo 1 (BoHV-1), el virus parainfluenza 3 bovino (BPIV3) y el poliomavirus bovino (BPyV) (Giannitti et al., 2022; Macías-Rioseco et al., 2020). En el contexto respiratorio, los principales virus implicados incluyen el virus respiratorio sincicial bovino (BRSV), BPIV3, BoHV-1 y BVDV (Gaudino et al., 2022).

La determinación etiológica precisa resulta fundamental para la implementación de medidas de tratamiento, control y prevención eficaces. En este contexto, las técnicas moleculares, particularmente la PCR en tiempo real (qPCR), se han consolidado como herramientas diagnósticas de alta sensibilidad y especificidad, permitiendo la detección rápida y simultánea de múltiples patógenos (Templeton et al., 2004). Con base en esto, el objetivo de este trabajo fue desarrollar herramientas de diagnóstico en formato de multiplex reproductivo y respiratorio basados en qPCR para la detección simultánea de estos virus.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cebadores y sondas de los virus incluidos en cada panel fueron seleccionados de la literatura científica (Boxus et al., 2005; Diallo et al., 2011; Horwood & Mahony, 2011; Hundesa et al., 2010; Maya et al., 2016). Los fluoróforos ubicados en el extremo 5' de las sondas fueron seleccionados en función de la compatibilidad con el termociclador y procurando la menor superposición espectral posible para su utilización en reacciones *multiplex*, siendo FAM para BVDV, ROX para BoHV-1, TAMRA para BPIV3, Cy5 para BPyV y VIC para BRSV. Mientras que en el extremo 3' se empleó un *quencher* no fluorescente (NFQ).

Inicialmente, se realizaron qPCR *singleplex* para cada patógeno con el objetivo de optimizar las concentraciones de cebadores y sondas, así como las condiciones de ciclado. Cada reacción se llevó a cabo en un volumen final de 20 µL conteniendo 1X de SensiFAST™ Probe No-ROX (Bioline), 2 µL de ADN molde y las concentraciones específicas de cebadores y sondas correspondientes a cada agente. Las concentraciones finales de cebadores fueron de 0,4 µM para BVDV, BoHV-1, BPIV3 y BPyV, y 0,32 µM para BRSV. Las concentraciones de sondas fueron de 0,08 µM para BVDV y BoHV-1, 0,1 µM para BPIV3, 0,12 µM para BPyV y 0,064 µM para BRSV. Las amplificaciones se realizaron en el termociclador QuantStudio 5 Real-Time PCR System bajo las siguientes condiciones: desnaturalización inicial a 95°C durante 5 minutos, seguida de 40 ciclos de 15 segundos a 95ºC y 45 segundos a 60ºC. Para BoHV-1, el alineamiento fue a 57°C por 45 segundos. El análisis de los datos se efectuó mediante el software QuantStudio Design & Analysis.

Posteriormente se diseñaron dos paneles: uno reproductivo, compuesto por BVDV, BoHV-1, BPIV3 y BPyV, y otro respiratorio, integrado por BVDV, BoHV-1, BPIV3 y BRSV. Las reacciones se realizaron en un volumen final de 25 µL, utilizando la misma enzima y manteniendo las concentraciones de cebadores y sondas previamente optimizadas. Las condiciones de ciclado se estableció un protocolo consistente en una desnaturalización inicial a 95°C durante 5 minutos, seguida de 40 ciclos de 15 segundos a 95ºC y 45 segundos a 57ºC.

Con el objetivo de construir la curva estándar, para el panel reproductivo se preparó un pool de órganos independiente para cada patógeno. Cada pool de órganos fue inoculado con 100 µL del respectivo virus. En el caso de BPyV, debido a carecer de aislamiento viral, se utilizó un pool de órganos positivo (confirmado mediante secuenciación). Para el panel respiratorio, se procedió de igual manera, preparando un pool de tejido pulmonar infectado experimentalmente independiente para cada patógeno. Los virus utilizados presentaban títulos entre 10^6 y $10^{7,5}$ $TCID_{50}$/mL.

La extracción de ADN/ARN se realizó utilizando el kit comercial Quick-DNA/RNA Pathogen Miniprep (Zymo Research), siguiendo las instrucciones del fabricante. Posteriormente, el ARN fue sometido a transcripción reversa para la obtención de ADNc empleando el High-Capacity cDNA Reverse Transcription Kit (Applied Biosystems). Finalmente, se construyó la curva estándar a partir de siete diluciones seriadas del ADNc (10^{-1} a 10^{-7}), analizadas por duplicado, lo que permitió determinar el límite de detección (LOD) en base al *cycle threshold* (Ct), el coeficiente de correlación (R^2) y la eficiencia de amplificación (E) para las qPCR *singleplex* y *multiplex*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Frecuentemente, las técnicas moleculares son desarrolladas o actualizadas con el objetivo de mejorar la eficiencia en la detección de patógenos, priorizando la agilidad y la precisión diagnóstica. Considerando la importancia de los virus involucrados en pérdidas reproductivas y en el complejo respiratorio bovino, se propusieron dos paneles de qPCR *multiplex* mediante la combinación de cebadores previamente descritos en otros estudios. En todas las qPCR *multiplex* se observó amplificación específica para cada patógeno incluido en los paneles, sin evidencia de interferencia entre blancos. Los parámetros de desempeño (LOD, R^2 y E) se presentan en la Tablas 1.

En el panel reproductivo, los resultados obtenidos con la *multiplex* fueron comparables a la *singleplex*. Para BVDV se observó una disminución de sensibilidad en la *multiplex* (LOD 10^{-3}) respecto de la *singleplex* (LOD 10^{-4}), acompañada de diferencias en los valores de Ct. Para BPIV3 se detectaron variaciones en los Ct y en el LOD entre modalidades. En función de estos resultados, se establecieron criterios de confirmación por *singleplex* para muestras con Ct>33 (BVDV) y Ct>32 (BPIV3). Para BoHV-1 y BPyV, el LOD fue de 10^{-5} en ambas modalidades, estableciéndose un Ct de 36 como umbral de detección.

En el panel respiratorio, el desempeño fue igualmente consistente. Para BVDV se observó una leve reducción de sensibilidad en la *multiplex* (10^{-3}) frente a la *singleplex* (10^{-4}), mientras que para BPIV3 se registraron diferencias en los valores de Ct entre modalidades. Para BRSV, la *multiplex* mostró una sensibilidad comparable o levemente superior a la *singleplex*. Para BoHV-1 no se observaron diferencias relevantes. Se definieron puntos de corte de Ct>33 y >32 para confirmación de BVDV y BPIV3, respectivamente, y

Ct 36,2 como umbral de positividad para BRSV y BoHV-1.

En este estudio se adoptó un enfoque cauteloso y criterioso en la selección de cebadores y sondas, así como en la realización de curvas estándar para la determinación del límite de detección del ensayo basado en el valor de Ct. Asimismo, se estableció como plataforma de referencia la qPCR basada en sondas de hidrólisis fluorogénicas (TaqMan®), con el objetivo de incrementar la sensibilidad y especificidad diagnóstica (Horwood & Mahony, 2011). En conjunto, los valores de R^2 (>0,98) y las eficiencias de amplificación (92–106%) evidenciaron un desempeño analítico adecuado para ambas modalidades. Las qPCR *multiplex* desarrolladas demostraron un desempeño analítico comparable a la modalidad *singleplex*, con leves variaciones de sensibilidad para determinados blancos, las cuales fueron controladas mediante criterios de confirmación establecidos. Se concluye que la implementación de estos paneles de diagnóstico por qPCR permiten la detección simultánea de múltiples patógenos virales de importancia reproductiva y respiratoria, optimizando tiempos y recursos diagnósticos en el laboratorio veterinario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boxus, M., Letellier, C., & Kerkhofs, P. (2005). Real Time RT-PCR for the detection and quantitation of bovine respiratory syncytial virus. *Journal of Virological Methods*, *125*(2), 125–130.

Diallo, I. S., Corney, B. G., & Rodwell, B. J. (2011). Detection and differentiation of bovine herpesvirus 1 and 5 using a multiplex real-time polymerase chain reaction. *Journal of Virological Methods*, *175*(1), 46–52.

Gaudino, M., Nagamine, B., Ducatez, M. F., & Meyer, G. (2022). Understanding the mechanisms of viral and bacterial coinfections in bovine respiratory disease: a comprehensive literature review of experimental evidence. *Veterinary Research 2022 53:1*, *53*(1), 1–25.

Giannitti, F., da Silva Silveira, C., Bullock, H., Berón, M., Fernández-Ciganda, S., Benítez-Galeano, M. J., Rodríguez-Osorio, N., Silva-Flannery, L., Perdomo, Y., Cabrera, A., Puentes, R., Colina, R., Ritter, J. M., & Castells, M. (2022). Bovine Polyomavirus-1 (Epsilonpolyomavirus bovis): An Emerging Fetal Pathogen of Cattle That Causes Renal Lesions Resembling Polyomavirus-Associated Nephropathy of Humans. *Viruses*, *14*(9).

Horwood, P. F., & Mahony, T. J. (2011). Multiplex real-time RT-PCR detection of three viruses associated with the bovine respiratory disease complex. *Journal of Virological Methods*, *171*(2), 360–363.

Hundesa, A., Bofill-Mas, S., Motes, C. M. de, Rodriguez-Manzano, J., Bach, A., Casas, M., & Girones, R: (2010). Development of a quantitative PCR assay for the quantitation of bovine polyomavirus as a microbial source-tracking tool. *Journal of Virological Methods*, *162*, 385–389.

Macías-Rioseco, M., Silveira, C., Fraga, M., Casaux, L., Cabrera, A., Francia, M. E., Robello, C., Maya, L., Zarantonelli, L., Suanes, A., Colina, R., Buschiazzo, A., Giannitti, F., & Riet-Correa, F. (2020). Causes of abortion in dairy cows in Uruguay. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, *40*(5), 325–332.

Maya, L., Puentes, R., Reolón, E., Acuña, P., Riet, F., Rivero, R., Cristina, J., & Colina, R. (2016). Molecular diversity of bovine viral diarrhea virus in uruguay. *Archives of Virology*, *161*(3), 529–535.

Templeton, K. E., Scheltinga, S. A., Beersma, M. F. C., Kroes, A. C. M., & Claas, E. C. J. (2004). Rapid and sensitive method using multiplex real-time PCR for diagnosis of infections by influenza a and influenza B viruses, respiratory syncytial virus, and parainfluenza viruses 1, 2, 3, and 4. *Journal of Clinical Microbiology*, *42*(4), 1564–1569.

Tabla 1. Límite de detección (LOD), coeficiente de correlación (R^2) y la eficiencia de amplificación (E) del panel reproductivo y respiratorio.

Panel	Patógeno	LOD*		R^2		E (%)	
		Singleplex	Multiplex	Singleplex	Multiplex	Singleplex	Multiplex
Reproductivo	BVDV	36.9±0.0	32.1±1.5	0.997	0.992	99.9	96.3
	BoHV-1	36.7±0.0	35.6±0.1	0.992	0.988	92.0	105.7
	BPIV3	37.7±0.5	32.4±0.3	0.994	0.993	94.4	92.7
	BPyV	36.5±0.4	36.0±1.0	0.998	0.997	101.1	106.3
Respiratorio	BVDV	36.9±0.0	32.8±0.2	0.997	0.986	99.9	105.1
	BoHV-1	36.7±0.0	35.2±0.8	0.992	0.996	92.0	98.6
	BPIV3	37.7±0.5	32.7±0.1	0.994	0.998	94.4	100.7
	BRSV	35.5±0.7	37.7±0.3	0.996	0.997	95.6	104.1

*Límite de detección en base al Ct (media ± desvío estándar).

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

BROTES DE FOTOSENSIBILIZACIÓN HEPATÓGENA EN BOVINOS ASOCIADOS AL CONSUMO DE *Medicago sativa* (ALFALFA)

Carmen García y Santos*, Alejandra Capelli, Santiago Sosa, Joaquín Heredia, Mariana Perdomo, Luciana Currais

Departamento de Patobiología, Unidad Académica de Toxicología, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. Ruta 8, Km 18.
*Autor de correspondencia: cgarciaysantos@gmail.com

RESUMEN

Medicago sativa L. (alfalfa) es una leguminosa forrajera ampliamente utilizada en la alimentación de rumiantes por su alto valor nutricional y potencial productivo. Sin embargo, su consumo puede asociarse a diferentes cuadros clínicos en animales de producción, incluyendo meteorismo espumoso, trastornos reproductivos por fitoestrógenos y micotoxicosis. Asimismo, se han descrito casos de fotosensibilización en bovinos asociados al consumo de esta forrajera. Entre fines de mayo y setiembre de 2024 se registraron en Uruguay 12 brotes espontáneos de fotosensibilización en bovinos en establecimientos de los departamentos de Canelones, San José, Flores, Soriano y Lavalleja. En todos los casos el factor común fue el consumo de alfalfa como pradera, fardos, ensilados o silo pack. El equipo de Toxicología de la Facultad de Veterinaria realizó evaluaciones clínicas y epidemiológicas, diagnóstico diferencial, análisis de funcionales hepáticos y estudios micológicos en muestras de forraje. De 888 bovinos expuestos, 389 desarrollaron signos clínicos y 22 murieron (morbilidad 43,8%; mortalidad 2,5%; letalidad 5,7%). Las lesiones incluyeron dermatitis en zonas despigmentadas y mucosas, ocasionalmente ictericia y marcada disminución de la producción de leche. En los exámenes *post mortem* se observaron hígado anaranjado u ocre y vesícula biliar distendida. En la mayoría de las muestras de alfalfa se identificó principalmente *Pseudopithomyces chartarum*. Los hallazgos epidemiológicos, clínicos, bioquímicos y anatomopatológicos sugieren una posible asociación entre este hongo y la ocurrencia de fotosensibilización hepatógena en bovinos. No obstante, la confirmación etiológica requiere la determinación de esporidesmina, mediante estudios químicos o moleculares.

SUMMARY

Medicago sativa (alfalfa) is a forage legume widely used in ruminant feeding due to its high nutritional value and productive potential. However, its consumption may be associated with different clinical syndromes in livestock, including frothy bloat, reproductive disorders related to phytoestrogens, and mycotoxicosis. Cases of photosensitization in cattle associated with the consumption of this forage have also been reported. Between late May and September 2024, 12 spontaneous outbreaks of photosensitization in cattle were recorded in Uruguay in farms located in the departments of Canelones, San José, Flores, Soriano, and Lavalleja. In all cases, the common factor was the consumption of alfalfa as pasture, hay, silage, or silage bags. The Toxicology team of the Faculty of Veterinary Medicine performed clinical and epidemiological evaluations, differential diagnosis, liver function tests, and mycological analysis of forage samples. Out of 888 exposed cattle, 389 developed clinical signs and 22 died (morbidity 43.8%; mortality 2.5%; case fatality rate 5.7%). Lesions included dermatitis in depigmented skin areas and mucous membranes, occasionally accompanied by jaundice and a marked decrease in milk production. At post-mortem examination, an orange to ochre-colored liver and a distended gallbladder were observed. The main fungus identified in alfalfa samples was *Pseudopithomyces chartarum*. Epidemiological, clinical, biochemical, and pathological findings suggest a possible association between this fungus and the occurrence of hepatogenous photosensitization in cattle. However, etiological confirmation requires the determination of sporidesmin through chemical or molecular analyses

INTRODUCCIÓN

Medicago sativa L., es una leguminosa forrajera perenne ampliamente utilizada en la alimentación de rumiantes por su alto valor nutricional y elevado potencial productivo (Britos *et al*., 2024). Además, contribuye a mejorar la estructura del suelo y a la fijación biológica de nitrógeno, lo que favorece su amplia difusión en sistemas ganaderos (Campiño *et al*., 2003). Sin embargo, su consumo puede asociarse a distintos cuadros clínicos en animales de producción. Entre los más frecuentes se encuentran el meteorismo espumoso y los trastornos reproductivos asociados a fitoestrógenos como el cu-

mestrol (Wyse *et al*., 2022). Asimismo, la alfalfa puede contaminarse con hongos toxicogénicos y micotoxinas (Burkin & Kononenko, 2018). Además de estos cuadros, se han reportado casos de fotosensibilización primaria y hepatógena en bovinos sospechosos de estar asociados a micotoxinas (Scruggs & Blue, 1994; House *et al*., 1996). En este sentido, la aparición de brotes de fotosensibilización hepatógena en bovinos, asociados al consumo de alfalfas en Uruguay durante el invierno 2024, motiva el objetivo de este trabajo.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Entre fines de mayo y setiembre de 2024 se registraron en Uruguay 12 brotes espontáneos de fotosensibilización en bovinos, ocurridos en establecimientos de los departamentos de Canelones, San José, Flores, Soriano y Lavalleja. En todos los casos, el factor común identificado fue el consumo de alfalfa, la cual en la mayoría de las situaciones, fue suministrada como único alimento en forma de pradera, fardos, ensilados o silo pack. El equipo de Toxicología de la Facultad de Veterinaria visitó seis establecimientos, donde se recabaron datos epidemiológicos, se realizaron exámenes clínicos, diagnóstico diferencial y se colectaron muestras de sangre para funcionales hepáticos y de forraje para estudios micológicos mediante la técnica de Thornton & Sinclair (1960) modificada para el conteo de esporas de *P. chartarum*. En los restantes brotes se obtuvieron datos clínicos y muestras enviadas por veterinarios actuantes.

Nueve brotes ocurrieron en establecimientos lecheros comerciales, afectando bovinos Holando de distintas categorías, mientras que los tres restantes se registraron en sistemas de cría o recría con razas carniceras. De 888 animales expuestos, 389 desarrollaron signos clínicos y 22 murieron (morbilidad 43,8%; mortalidad 2,5%; letalidad 5,7%). Las lesiones incluyeron eritema y edema en zonas despigmentadas de piel, compromiso ocular y mucoso, ocasionalmente con ictericia y abortos, además de disminución de la producción de leche. En algunos casos se evidenció aumento de la concentración de bilirrubina y de la actividad de la enzima GGT, y en dos necropsias realizadas por veterinarios de libre ejercicio, se describió ictericia generalizada, hígado anaranjado u ocre y vesícula biliar distendida y aborto. En las 36 muestras evaluadas de alfalfa de diez de los brotes se identificó principalmente *P. chartarum*, con promedios de 10.000 esporas/g, además de otros hongos potencialmente toxicogénicos como *Fusarium* sp. y *Alternaria* sp.

DISCUSIÓN

Los datos epidemiológicos, las lesiones cutáneas compatibles con fotosensibilización, la ictericia observada en algunos casos, los resultados de funcionales hepáticos y los hallazgos *post mortem*, junto con la presencia de esporas de *P. chartarum* en la mayoría de las muestras de alfalfa, sugieren una posible asociación de este hongo con los brotes observados. Sin embargo, los bajos conteos de esporas, así como la presencia de esporas no típicas u otras estructuras fúngicas, dificultan su confirmación como agente etiológico. Los niveles de toxicidad que se manejan en Uruguay y países de la región son superiores a 40.000 esporas/g de materia. El conteo de esporas constituye un indicador del riesgo toxicológico, pero no es concluyente, ya que no todas las cepas de este hongo producen esporidesmina. La determinación de esta micotoxina en pasturas mediante métodos cromatográficos o inmunoensayos permitiría confirmar el diagnóstico (Riet *et al*., 2000). En otros países como Nueva Zelanda, con recuentos de esporas *de P. chartarum* entre 10.000 y 20.000 esporas/g se inicia tratamiento con óxido de zinc (di Menna & Bailey 1973; Cuttance *et al*., 2016).

Particularmente en Uruguay en el año 2024, los meses que mostraron precipitaciones por encima de las medias mensuales, fueron marzo, abril, mayo y agosto (Instituto Uruguayo de Meteorología, 2024). Esta situación favorece las condiciones ideales para el desarrollo de hongos como *P. chartarum* y otros en pasturas y reservas. En este sentido, se han reportado brotes de fotosensibilización en bovinos expuestos a fardos humedecidos de alfalfa, en su mayoría de origen hepatógeno, que pueden estar asociados a condiciones ambientales como lluvias intensas (Barrington, 2019).

Las medidas recomendadas a veterinarios y productores incluyeron retirar los animales de las pasturas o reservas sospechosas, realizar diagnóstico clínico y de laboratorio, diluir la dieta, proporcionar sombra y agua adecuadas y evitar el acceso a verdeos. El tratamiento se orientó al manejo de las lesiones cutáneas y a la prevención de complicaciones secundarias (Constable *et al*., 2017).

Aunque el pronóstico fue reservado en algunos casos por el compromiso hepático, la mayoría de los animales se recuperó. Las pérdidas económicas no fueron cuantificadas, pero incluyeron muertes, disminución de la producción, abortos y costos de manejo y tratamiento, lo que resalta la importancia de continuar investigando estos cuadros (Riet-Correa *et al*., 2024).

CONCLUSIONES

Los hallazgos epidemiológicos, clínicos, bioquímicos y anatomopatológicos observados en los brotes descritos sugieren una posible asociación entre la presencia de *P. chartarum* en alfalfa y la ocurrencia de fotosensibilización hepatógena en bovinos, provocando la enfermedad conocida como ezcema facial. No obstante, la confirmación etiológica requiere la realización de estudios complementarios para confirmar la producción de esporidesmina, en las pasturas o reservas. Estos estudios permitirían mejorar las estrategias de diagnóstico, vigilancia y control de hongos toxicogénicos en alimentos destinados a la alimentación animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrington, G. (2019). Fotosensibilización en animales. Manual Merck de Veterinaria. 6° Edición. Editorial Océano. Volumen I. 784–786.

Britos, A., Pérez, D., Repetto, J. L., & Cajarville, C. (2024). Effects of cutting schedule and inoculation on chemical composition, ensiling characteristics and digestive utilisation of alfalfa silages. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 1–12.

Burkin, A. A., & Kononenko, G. P. (2018). Secondary metabolites of micromycetes in plants of the family Fabaceae genera *Galega, Glycyrrhiza, Lupinus, Medicago,* and *Melilotus. Biology Bulletin*, 45, 235–241.

Campiño, R., Urquiaga, S., Pino, I., & Montenegro, A. (2003). Estimación de la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas forrajeras mediante la metodología del 15N. *Agricultura Técnica*, 63(2), 169–179.

Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H., & Grünberg, W. (2017). Ruminal tympany (bloat). In P. D. Constable, K. W. Hinchcliff, S. H. Done, & W. Grünberg (Eds.), *Veterinary medicine* (11th ed., pp. 473–482). Elsevier.

Cuttance, E., Laven, R., & Stevenson, M. (2016). Effect of pasture sward mix on *Pithomyces chartarum* spore counts in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 59 (3), 318–323. https://doi.org/10.1080/00288233.2016.1168856

di Menna, ME, & Bailey, JR (1973). *Pithomyces chartarum* spore counts in pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 16 (3), 343–351. https://doi.org/10.1080/00288233.1973.10421114

House, J. K., George, L. W., Oslund, K. L., Galey, F. D., Stannard, A. W., & Koch, L. M. (1996). Primary photosensitization related to ingestion of alfalfa silage by cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association,* 209, 1604–1607

Instituto Uruguayo de Meteorología. (2024). *Boletín climático anual* 2024. https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2025-02/Boletin%20Climatico%20Anual%202024.pdf

Riet, F., García y Santos, C., Collazo, S., Sequeira, E., & Martino, P. (2000). Casos clínicos de intoxicación por el hongo *Pithomyces chartarum* en bovinos en los años 1998 y 1999. In *XXI Congreso Mundial de Buiatría / XXVIII Jornadas Uruguayas de Buiatría* (p. 109). Punta del Este, Uruguay.

Riet-Correa, F., Micheloud, J. F., Machado, M., de Souza Mendonça, F., Schild, A. L., & de Lemos, R. A. (2024). *Intoxicaciones por plantas, micotoxinas y otras toxinas en rumiantes y équidos de Sudamérica*. Davis-Thompson Foundation.

Scruggs, D. W., & Blue, G. K. (1994). Toxic hepatopathy and photosensitization in cattle fed moldy alfalfa hay. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 204, 264–266.

Wyse, J., Latif, S., Gurusinghe, S., McCormick, J., Weston, L. A., & Stephen, C. P. (2022). Phytoestrogens: A review of their impacts on reproductive physiology and other effects upon grazing livestock. *Animals*, 12, 2709.

BROTE DE INTOXICACIÓN POR MONENSINA EN TERNEROS SOBREAÑO EN RIVERA, URUGUAY

Ana Lívia V. Sousa[1], Andrés Sosa[2], Sol Andrés[2,3], Fabrizio Sarraute[4], Lucía Astore[4], Paulina Avondet[4], Nicolás Ambrosoni[4], Cintia R.R. Queiroz-Machado[3], Alejo Menchaca[1] y Mizael Machado[1]*

1- Plataforma de Investigación en Salud Animal (PSA), Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Tacuarembó, Uruguay.
*Autor de correspondencia: mmachado@inia.org.uy
2- Veterinario de Libre Ejercicio, Tacuarembó, Uruguay.
3- Centro Universitario Regional (CENUR) Noreste, Universidad de la República (UdelaR), Tacuarembó, Uruguay.
4- Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

RESUMEN

Se describe un brote de intoxicación por monensina en terneros sobreaño en un establecimiento de Rivera, originado por un error en la formulación de la ración en la planta industrial. De los 240 animales suplementados con ración comercial, 82 resultaron afectados, con una mortalidad del 34 % y un curso clínico de 3 a 4 días. La autopsia de un ternero evidenció hidrotórax marcado, corazón globoso y pálido, y hepatomegalia con patrón lobulillar acentuado "nuez moscada". Histológicamente, se observó cardiomiopatía degenerativa subaguda a crónica, degeneración y necrosis muscular multifocal de músculos esqueléticos, congestión hepática centrolobulillar e hiperplasia de canalículos biliares, además de necrosis tubular renal. El análisis de la ración mediante espectrofotometría confirmó una concentración de 482 mg/kg de monensina, lo que permitió establecer el diagnóstico definitivo. Este relato demuestra que la intoxicación por monensina puede provocar elevada mortalidad y pérdidas productivas significativas, subrayando la necesidad de un control riguroso en la formulación y administración de aditivos ionóforos en la alimentación animal.

SUMMARY

We report a monensin poisoning outbreak that occurred in yearling calves at a farm in Rivera, Uruguay, attributed to a feed formulation error at the industrial feed mill. Of 240 animals receiving commercial feed, 82 were affected, resulting in a mortality rate of 34% and a clinical course lasting three to four days. Autopsy of one calf revealed marked hydrothorax, a globoid and pale heart, and hepatomegaly with an accentuated lobular "nutmeg" pattern. Histological examination identified subacute to chronic degenerative cardiomyopathy, multifocal skeletal muscle degeneration and necrosis, centrilobular hepatic congestion and bile duct hyperplasia, as well as renal tubular necrosis. Spectrophotometric analysis of the feed confirmed a monensin concentration of 482 mg/kg, supporting a definitive diagnosis. These findings demonstrate that monensin poisoning can result in high mortality and significant production losses, highlighting the necessity for strict control over the formulation and administration of ionophore additives in animal feed.

INTRODUCCIÓN

Los ionóforos alteran la permeabilidad celular a electrolitos y, en sobredosificación, causan daño en el músculo cardíaco y esquelético por alteraciones en la homeostasis del calcio y disfunción mitocondrial (Ekinci et al., 2023). Los más usados en producción pecuaria incluyen monensina, salinomicina, narasina y lasalocida, siendo la monensina la más reportada por toxicidad en rumiantes y utilizada como promotor de crecimiento, modulador del pH ruminal y coccidiostático (Cooper y Valentine, 2016; Panziera, 2023). La dosis recomendada depende de la especie, edad y peso del animal (Constable et al., 2017). En bovinos, la LD50 varía entre 22 y 50 mg/kg, provocando necrosis cardíaca y esquelética, edema pulmonar, ascitis e hidrotórax (Panziera, 2023). Las lesiones miocárdicas son irreversibles y elevan el riesgo de insuficiencia cardíaca persistente (Cooper y Valentine, 2016). En Uruguay, la intoxicación por monensina en bovinos se ha reportado de manera esporádica (García et al., 2016; Lemos et al., 2018; Dutra, 2025) y se ha asociado previamente a errores en la mezcla de la ración (Lemos et al., 2018; Dutra, 2025), lo que constituye un factor limitante para la intensificación y la seguridad de los sistemas productivos. Este trabajo reporta los hallazgos clínicos, patológicos y confirmación analítica de un brote de intoxicación por monensina en el departamento de Rivera.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El brote ocurrió en un establecimiento de cría y recría ubicado en la tercera seccional policial del departamento de Rivera, con 240 terneros sobreaño (12-16 meses, 200-250 kg), divididos en 3 lotes sobre campo natural con baja disponibilidad. Los animales recibían suplementación con ración comercial al 12% de proteína, *ad libitum*, desde hace 2 meses. Se introdujo un nuevo lote de ración, que contenía maíz, pellet de afrechillo de trigo, expeler de soja, sal, monensina y complejos vitamínicos. Tres a cuatro días después, 50 terneros desarrollaron depresión, anorexia, claudicación e incoordinación, evolucionando hacia edema torácico, decúbito, distensión abdominal e ingurgitación yugular. Al final del brote, murieron 82 terneros, lo que representa una morbilidad y mortalidad del 34 % y una letalidad del 100 %. Los análisis bioquímicos de un ternero afectado evidenciaron alteraciones renales (urea 64,6 mg/dL [ref. 8–27], creatinina 6,74 mg/dL [ref. 0,6–1,8]), hepáticas (AST 610 U/L [78–132], GGT 212 U/L [0–55], fosfatasa alcalina 302 U/L [30–50], hiperbilirrubinemia leve (0,58 mg/dL [hasta 0,47]) y musculares (CK 687 U/L [40–250], LDH >3000 U/L [308–938]) (Kaneco et al., 2008). Se realizó la autopsia de un ternero 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. Los hallazgos macroscópicos incluyeron hidrotórax acentuado, hepatomegalia y patrón lobulillar acentuado, con aspecto de “nuez moscada”. El corazón estaba globoso y difusamente pálido. Histológicamente, el corazón evidenció cardiomiopatía degenerativa subaguda a crónica difusa, con retracción y pérdida de estriaciones en los miocitos, citoplasma hipereosinofílico, núcleos picnóticos y evidencia de regeneración, acompañada de infiltrado linfohistiocítico perivascular. En el esófago y músculos esqueléticos, incluyendo diafragma, *longissimus dorsi* y semitendíneo, se observaron degeneración y necrosis muscular multifocal, con zonas de reemplazo por colágeno y retracción de fibras. El hígado mostró congestión centrolobulillar multifocal acentuada, distensión sinusoidal, desorganización parenquimatosa, hiperplasia de canalículos biliares y hepatomegalocitosis de forma multifocal moderada. Los riñones presentaron necrosis tubular multifocal, con cilindros hialinos y células epiteliales con citoplasma hipereosinofílico y núcleo picnótico. En los pulmones se detectó bronconeumonía por aspiración leve. Con base en lo expuesto, se estableció el diagnóstico presuntivo de intoxicación por monensina y muestras de la ración sospechosa fueron sometidas a determinación de monensina por espectrofotometría, revelando una concentración de 482 mg/kg, confirmando el diagnóstico. Fue identificado por parte de la empresa que hubo un problema en la planta durante la formulación de la partida de ración que generó el brote.

DISCUSIÓN

Los signos clínicos, hallazgos patológicos y la determinación de monensina en la ración permitieron diagnosticar un brote de cardiomiopatía y miopatía tóxica por monensina. El brote ocurrió tras un error en la formulación de la ración, la concentración de monensina fue 9,6 veces superior a la DL50 (20–50 mg/kg) (Panziera, 2023). Además, en nuestro brote, la baja disponibilidad de forraje puede haber favorecido el aumento de la ingestión de la ración. La sobredosificación de ionóforos en la ración ha sido previamente reportada como causa de cinco focos de cuadros cardiotóxicos en bovinos en Uruguay (García et al., 2016). Por su parte, en otro relato previo de intoxicación por monensina, terneros de 6 a 7 meses fueron afectados tras consumir una ración que contenía núcleo energético-proteico con monensina (200 mg/kg de núcleo), en la que se detectaron problemas de homogeneización, evidenciados por masas de núcleo mal mezcladas en los comederos. Tras corregirse la mezcla, no se registraron nuevos casos, lo que indica que la intoxicación se debió a la ingestión desigual de la ración por falta de homogeneización y no a un error de formulación (Lemos et al., 2018). Otros factores de riesgo incluyen la administración del suplemento en especies no objetivo (equinos) y el uso concomitante de medicamentos que potencian el efecto del ionóforo (Constable et al., 2017). Los terneros desarrollaron signos clínicos pocos días después de la ingestión, con alta letalidad, y los signos clínicos y lesiones observadas fueron consistentes con reportes previos de intoxicación por monensina en bovinos (Brito et al., 2020). Se observaron además lesiones secundarias a la cardiopatía subaguda, incluyendo hidrotórax, congestión hepática centrolobulillar, coherentes con la insuficiencia cardíaca congestiva derecha, como se ha descrito en otros reportes de intoxicación por ionóforos en rumiantes (Gava et al., 1997, Fornara et al., 2025). La lesión hepática probablemente refleja hipoxia por estasis cardíaca, y la hepatotoxicidad directa puede ocurrir por acumulación de monensina en dosis elevadas (Novilla, 2018). La lesión renal observada es decurrente de la mioglobinuria. Se descartaron la miopatía nutricional y la intoxicación por plantas miotóxicas, por ausencia de mineralización típica (Cooper & Valentine, 2016) y de plantas del género *Senna* en corrales y ración. Los

antibióticos ionóforos se utilizan ampliamente en la producción animal; sin embargo, las intoxicaciones siguen ocurriendo, principalmente por errores en la formulación y deficiencias en el control de calidad dentro de las plantas industriales. Esto subraya la necesidad de implementar controles rigurosos sobre estos aditivos, con el fin de reducir riesgos y evitar pérdidas económicas.

CONCLUSIONES

La sobredosificación de monensina asociada a errores en la formulación de la ración, puede provocar cardiomiopatía y miopatía tóxica severa, alta mortalidad y pérdidas productivas significativas en bovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brito, E. S. A., Andrade, T. G., Oliveira, C. H. S. de, & Moura, V. M. B. D. de. (2020). Outbreak of monensin poisoning in cattle due to supplementation error. *Ciência Rural, 50*(11), e20190996. https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190996

Cooper, B. J., & Valentine, B. A. (2016). Muscle and tendon. In M. G. Maxie (Ed.), *Jubb, Kennedy, and Palmer's pathology of domestic animals* (6th ed., Vol. 2, pp. 219). Elsevier.

Constable, P. D., Hinchcliff, K. W., Done, S. H., & Grünberg, W. (2016). Diseases of the cardiovascular system. In P. D. Constable, K. W. Hinchcliff, S. H. Done, & W. Grünberg (Eds.), *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats* (11th ed., pp. 657–715). Elsevier.

Dutra, F. (2025). Brote de intoxicación por monensina en terneros en Lavalleja. *Archivo Veterinario del Este*, nº26.

Ekinci, I. B., Chłodowska, A., & Olejnik, M. (2023). Ionophore toxicity in animals: A review of clinical and molecular aspects. *International Journal of Molecular Sciences, 24*, 1696. https://doi.org/10.3390/ijms24021696

Fornara, M. A., Marian, L., Pandolfo, G. W., Withoeft, J. A., Espindola, L. G., Wisser, C. S., Ribeiro, J. H., & Casagrande, R. A. (2025). Morbidity and mortality in Texel sheep following feed-based monensin overdose in Brazil. *Toxicon, 268*, 108607. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2025.108607

García, J. A., Romero, A., Quinteros, C., & Dutra, F. (n.d.). Análisis retrospectivo de intoxicaciones asociadas a plantas tóxicas, micotoxinas y otros compuestos en bovinos de la región este de Uruguay. *XLIV Jornadas Uruguayas de Buiatría*, 148.

Gava, A., Wouters, A. T. B., Wouters, F., Nizgoski, L., & Barros, C. S. L. (1997). Intoxicação por salinomicina em bovinos. Pesquisa Veterinária Brasileira, 17(3-4), 127–130. https://doi.org/10.1590/S0100-736X1997000300007

Kaneko, J. J., Harvey, J. W., & Bruss, M. L. (Eds.). (2008). *Clinical biochemistry of domestic animals* (6th ed.). Academic Press.

Lemos, E., et al. (2018). Miopatía tóxica por consumo de monensina en bezerros no Uruguay. *Pesquisa Veterinária Brasileira, 38*(Supl.), 321–322.

Novilla, M. N. (2018). Ionophores. In *Veterinary toxicology* (pp. 1073–1092). Academic Press.

Panziera, W. (2023). Intoxicación por antibióticos ionóforos. In F. Riet-Correa, A. L. Schild, R. Lemos, J. R. Borges, F. S. Mendonça, & M. Machado (Eds.), *Doenças de ruminantes e equídeos* (4th ed., pp. 22–26). MedVet, São Paulo.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

BROTE MASIVO DE NEUMONÍA INTERSTICIAL TÓXICA EN VAQUILLONAS ASOCIADO AL CONSUMO DE PASTURAS DE RÁPIDO CRECIMIENTO Y POSIBLE EXPOSICIÓN A *Perilla spp*. EN TACUAREMBÓ, URUGUAY

Ana Lívia V. Sousa[1], Karina Cresci[2], Cintia R.R. Queiroz-Machado[3], Alejo Menchaca[1] y Mizael Machado[1]*

1- Plataforma de Investigación en Salud Animal (PSA), Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Tacuarembó, Uruguay.
*Autor de correspondencia: mmachado@inia.org.uy
2- Veterinario de Libre Ejercicio, Tacuarembó, Uruguay.
3- Centro Universitario Regional (CENUR) Noreste, Universidad de la República (UdelaR), Tacuarembó, Uruguay.

RESUMEN

Se reporta un brote de neumonía intersticial de origen tóxico (fog fever) en vaquillonas en Tacuarembó, Uruguay. Los animales pastoreaban campo natural, praderas de festuca y trébol, y verdeos de invierno de avena y ryegrass invadidos por *Perilla* spp. (menta). La morbilidad fue de 53,3%, con signos respiratorios apareciendo entre 30 y 45 días tras el ingreso. La autopsia reveló pulmones aumentados de volumen, firmes, con enfisema intersticial y espuma en vías aéreas. Histológicamente se observó neumonía intersticial linfohistiocítica y eosinofílica, con membranas hialinas, hiperplasia de neumocitos tipo II y fibrosis. La probable exposición a L-triptófano en forrajes y/o cetonas de la menta deben ser consideradas. Independientemente de la causa, la enfermedad sigue un mecanismo común de daño alveolar difuso, y la confirmación diagnóstica requirió la combinación de contexto epidemiológico, signos clínicos e histopatología.

SUMMARY

An outbreak of interstitial pneumonia of toxic origin (fog fever) is reported in heifers in Tacuarembó, Uruguay. The animals grazed on natural pasture, fescue and clover fields, and winter crops of oats and ryegrass invaded by *Perilla* spp. Morbidity was 53.3%, with respiratory signs appearing 30–45 days after entering the pastures. Necropsy revealed lungs that were enlarged, firm, with interstitial emphysema and foam in the airways. Histologically, lymphohistiocytic and eosinophilic interstitial pneumonia was observed, with hyaline membranes, type II pneumocyte hyperplasia, and fibrosis. The potential exposure to L-tryptophan in forage and/or mint ketones should be considered. Regardless of the primary cause, the disease follows a common mechanism of diffuse alveolar damage, and diagnostic confirmation required the combination of epidemiological context, clinical signs, and histopathology.

INTRODUCCIÓN

La neumonía intersticial de origen tóxico en bovinos, también conocida como “fog fever”, es un síndrome respiratorio agudo asociado a diversas sustancias, en particular al aminoácido L-triptófano ingerido con forrajes verdes y exuberantes, a la toxina 4-ipomeanol, producida por el boniato en respuesta a la infección por el hongo *Fusarium solani*, y, de manera más rara, a la ingestión de plantas tóxicas como *Perilla frutescens* y *Zieria arborescens*. En este reporte vamos a utilizar la nomenclatura neumonía intersticial según lo recomendado por la literatura más reciente (Barros et al., 2026). *P. frutescens*, conocida como menta, contiene 3-furil isoamil cetona, compuesto responsable del daño alveolar, y su toxicidad se ha descrito en EE. UU con tasas de morbilidad y letalidad de aproximadamente el 60% y el 100%, respectivamente (Kerr et al., 1986; Nicholson, 2011). *P. frutescens* puede ser ingerida por el ganado en condiciones de escasez de forraje, o al mezclarse con pasturas apetecibles (Barros et al., 2026). En Uruguay, la neumonía intersticial tóxica solo fue asociada a la probable ingestión de pasturas con L-triptófano (Dutra, 2009, 2010, 2013, 2015; Serrano et al., 2018; Costa et al., 2018). En el país, la enfermedad es considerada relativamente común, con un patrón estacional muy marcado en primavera-verano, generalmente asociado a rebrotes rápidos de pasturas (Dutra, 2015). Clínicamente, la neumonía intersticial toxica se caracteriza por extensión del cuello y la cabeza, taquipnea y/o disnea, respiración con boca abierta, salivación excesiva y dilatación de las narinas (Barros et al., 2026). El presente trabajo reporta la caracterización epidemiológica,

clínica y patológica de un brote de neumonía intersticial de origen tóxico en bovinos que consumieron pasturas de crecimiento rápido invadidas por menta en el norte de Uruguay.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El brote ocurrió en un establecimiento de recría de terneras ubicado en el departamento de Tacuarembó, Uruguay, durante el mes de noviembre. El sistema productivo comprendía aproximadamente 3500 ha, de las cuales cerca de 500 ha se destinaban al cultivo de arroz, posteriormente a la cosecha se implantaban praderas. El establecimiento contaba con aproximadamente 3000 vaquillonas, manejadas en tres lotes de 1000 animales cada uno. Durante la visita se inspecionaron los lotes y se constató una afección masiva de los animales. Aproximadamente 1600 animales presentaban tos recurrente. En total murieron 54 animales. La morbilidad, mortalidad y letalidad fue de 53.3%, 1.8% y 3.4%, respectivamente. El productor relató que la enfermedad ya había ocurrido en los ultimos 3 años afectando animales esporadicamente. Los animales pastoreaban campo natural, praderas de festuca y trébol, y verdeos de invierno compuestos por avena y ryegrass. También había abundante cantidad de *Perilla* spp. (menta) en los potreros. Los signos clínicos aparecieron 30-45 días después del ingreso a los potreros y se caracterizaron por tos recurrente, secreción nasal, mucosas cianóticas, disnea y posición ortopneica. No se pudo determinar con exactitud cual(es) pasturas causaron el cuadro porque se vieron afectados animales en todos los lotes después de haber rotado y consumido diferentes pasturas. Sin embargo, varias de las pasturas mencionadas pueden causar la enfermedad. Se realizó la autopsia de una vaquillona y muestras de múltiples órganos fueron colectadas y fijadas en formalina bufferada al 10%, procesadas rutinariamente, cortadas a 4µm y coloreadas con Hematoxilina-Eosina para estudios histopatológicos. Los hallazgos macroscópicos incluyeron pulmones aumentados de volumen, no colapsados, y firmes, además de edema pulmonar difuso y presencia de espuma en la tráquea. Histológicamente, el pulmón evidenció neumonía intersticial linfohistiocítica y eosinofílica, subaguda, severa, asociada a edema alveolar, formación de abundantes membranas hialinas, hiperplasia de neumocitos tipo II y áreas de fibrosis.

DISCUSIÓN

Los antecedentes epidemiológicos, así como los hallazgos clínicos y patológicos observados, permitieron diagnosticar un brote de neumonía intersticial tóxica. La ocurrencia es consistente con descripciones previas de esta enfermedad en Uruguay (Dutra, 2009, 2013, 2015). Por la cantidad de animales afectados, es probable que diferentes pasturas pudieron haber inducido la enfermedad en el presente caso. Varias pasturas a las que los animales estuvieron expuestos (*Festuca* spp., *Avena sativa*, *Lolium* spp.) son potencialmente propicias para presentar mayores concentraciones de L-triptófano por su crecimiento rápido y exuberante (Dutra, 2015; Riet-Correa et al., 2024). En Sudamérica la enfermedad ha sido asociada al pastoreo en praderas de gramíneas y leguminosas, así como en pasturas anuales como *Avena sativa*, *Lolium multiflorum, Pennisetum clandestinum, Pennisetum americanum* y *Sorghum sudanense*, e incluso en pasturas que rebrotan rápidamente después de lluvias (Riet-Correa et al., 2024). No obstante, los potreros estaban invadidos por *Perilla* spp. Esta planta suele florecer y producir semillas, que constituyen la parte de mayor toxicidad, durante la primavera y el verano, especialmente entre noviembre y febrero (Kerr et al., 1986; Nicholson, 2011). En EE. UU, terneros alimentados con la planta en flor desarrollaron el síndrome respiratorio tóxico (Kerr et al., 1986). En nuestro brote, la fase de producción de semillas pudo haber favorecido la dispersión de la planta en los potreros, favoreciendo el consumo de la menta, ya que esta no es palatable (Barros et al., 2026). Hasta el momento, en Uruguay no se han reportado casos de neumonía intersticial tóxica relacionada con *Perilla* spp. Independientemente de la causa primaria, la neumopatía intersticial tóxica sigue un mecanismo similar. Las lesiones pulmonares están siempre asociadas con daño alveolar difuso provocado por la neumotoxina correspondiente (Barros et al., 2026). Los signos clínicos y las lesiones pulmonares observadas en este brote corresponden a la fase subaguda y la fase crónica de la neumonía intersticial, caracterizadas por infiltrado inflamatorio, hiperplasia de neumocitos tipo II y áreas de fibrosis (Carvallo et al., 2022). Esto es consistente con el tiempo de evolución de la enfermedad de nuestro brote. En Uruguay, la fibrosis en casos de neumonía intersticial tóxica ya fue descrita en un brote que tuvo larga exposición a pasturas con concentraciones de L-triptófano (Costa et al., 2018) y difiere de los casos subagudos previamente reportados en el país, con 5-20 días de evolución (Dutra, 2010, 2015). Los diferenciales incluyen la intoxicación por boniato contaminado con *Fusarium solani* (4-Ipomeanol), descartadas epidemiológicamente en nuestro caso, y el síndrome de reinfección por *Dictyocaulus viviparus*, que puede diferenciarse por la presencia de larvas en el pulmón (Riet-Correa et al., 2024; Barros et al., 2026).

La intoxicación por dióxido de nitrógeno, en exposición a bajas concentraciones puede conducir al desarrollo de enfermedad pulmonar intersticial crónica. Sin embargo, esta es una condición rara en bovinos y se caracteriza más comúnmente por bronquiolitis no fatal con neumonitis focal (Barros et al., 2026). Otras condiciones raras no descriptas en Uruguay incluyen intoxicaciones por *Brassica* spp. y *Zieria arborescens*, así como inhalación de gases tóxicos como sulfuro de hidrógeno, amoníaco, dióxido de hidrógeno y óxido de zinc (Dutra, 2015). Una vez establecido el diagnóstico, los animales deben ser retirados inmediatamente de la pastura sospechosa.

CONCLUSIONES

Este caso evidencia que pueden ocurrir brotes masivos de neumonía intersticial en bovinos cuando estos son expuestos a pasturas y plantas invasoras que posiblemente contengan toxinas neumotóxicas. La eventual relación entre la enfermedad y el consumo de *Perilla* spp. requiere ser mejor investigado. La neumopatía intersticial tóxica sigue siendo una limitante para los pastoreos de rápido crecimiento en primavera, los cuales pueden ocasionar pérdidas económicas significativas en los sistemas de cría semi-intensivos de Uruguay.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barros, C. S. L., Riet-Correa, F., Mendes, R. E., & Rissi, D. R. (2026). Toxic interstitial lung disease in cattle. *Journal of veterinary diagnostic investigation : official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc*, 10406387251415450. Advance online publication. https://doi.org/10.1177/10406387251415450

Carvallo, F. R., & Stevenson, V. B. (2022). Interstitial pneumonia and diffuse alveolar damage in domestic animals. *Veterinary Pathology, 59*(4), 586–601. https://doi.org/10.1177/03009858221082228

Costa, R. A., Schild, C., Silveira, C. S., Macías-Rioseco, M., Mirazo, S., Maya, L., Clariget, J., & Riet-Correa, F. (2018). Acute and chronic bovine pulmonary edema and emphysema in Uruguay. Pesquisa Veterinária Brasileira, 38(10), 1929–1934. https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-5890

Dutra, F. (2009). Neumonía intersticial atípica. *Archivo Veterinario del Este*, 4º trimestre, 9–10.

Dutra, F. (2010). Neumonía intersticial atípica (Fog fever). *Archivo Veterinario del Este*, Año 2, Número 1, 6–7.

Dutra, F. (2013). Fog fever en toros. *Archivo Veterinario del Este*, Boletín Nº 16–19, 9–10.

Dutra, F. (2015). Fog fever en novillos. *Archivo Veterinario del Este*, Boletín Nº 18, 9–10.

Kerr, L. A., Johnson, B. J., & Burrows, G. E. (1986). Intoxication of cattle by Perilla frutescens (purple mint). Veterinary and human toxicology, 28(5), 412–416.

Nicholson, S. S. (2011). Southeastern plants toxic to ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 27*(3), 447–458. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2011.07.004

Riet-Correa, F., Micheloud, J. F., Machado, M., de Souza Mendonça, F., Schild, A. L., & Amaral de Lemos, R. A. (2024). Plantas y otras toxinas que afectan el sistema respiratorio: Enfisema y edema pulmonar agudo asociado al consumo de pasturas ricas en L-triptófano. In *Intoxicaciones por plantas, micotoxinas y otras toxinas en rumiantes y équidos en Sudamérica* (pp. 364–367). Davis-Thompson DVM Foundation.

Serrano, C., et al. (2018). Edema y enfisema pulmonar agudo en bovinos en campo nativo en el norte de Uruguay. *Pesquisa Veterinária Brasileira, 38*(Supl.), 314–316.

RESOLUCIÓN QUIRÚRGICA DE TIMPANISMO RUMINAL CRÓNICO RECURRENTE EN TERNERA EN DESTETE PRECOZ

María de Lourdes Adrien[1]*, Valentina Mary[2], Emiliana Modernell[2], Valentina Montesano[2], Mariana Rodríguez[2], Araceli Domínguez[2]

1- Departamento de Ciencias Veterinarias y Agrarias, CENUR LN, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. Ruta 3, Km 363. Profesora Agregada en Medicina de Rumiantes
*Autor de correspondencia: lourdesadrien@gmail.com
2- Estudiantes de Veterinaria, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay.

RESUMEN

Se presenta un caso de timpanismo ruminal crónico recurrente en una ternera de raza Polled Hereford de 71 días de edad, bajo un régimen de destete precoz. El animal presentó una distensión abdominal progresiva mientras recibía una dieta basada en ración comercial con grano de avena y ausencia de fibra larga. El diagnóstico presuntivo fue de timpanismo gaseoso derivado de una acidosis ruminal subclínica. Ante la persistencia del cuadro clínico, se realizó un tratamiento quirúrgico mediante una fístula ruminal temporaria para evitar la acumulación excesiva de gas. Se concluye que la fistulización es un método eficaz para manejar este problema mientras se corrigen los factores dietéticos y de adaptación ruminal que originan la patología.

SUMMARY

This work describes a clinical case of chronic recurrent ruminal tympany in a 71-day-old Polled Hereford calf during an early weaning program. The calf exhibited persistent abdominal distension while on a commercial ration with whole oats and no long fiber. The presumptive diagnosis was gaseous tympany secondary to subclinical ruminal acidosis. Due to the chronic nature of the condition, a temporary ruminal fistula was surgically performed to facilitate continuous gas release. The temporary ruminal fistulation is an effective treatment while the primary causes related to ruminal adaptation issues are addressed.

INTRODUCCIÓN

El destete precoz de terneros es una herramienta ampliamente utilizada en el país. Simeone y Beretta (2002) han desarrollado protocolos para la implementación de esta tecnología. En los últimos años se han estudiado alternativas nutricionales que faciliten el manejo de la alimentación. En particular, se ha puesto especial énfasis en el uso de raciones sin fibra larga (Simeone y Beretta, 2025). En la revisión realizada por estos últimos autores se concluye que el uso de grano de avena en proporciones del 20% y 30% de la dieta tuvo muy buenos resultados en destete precoz y convencional.

El objetivo de este trabajo es presentar un caso clínico de una ternera perteneciente a un lote de destete precoz que presentó timpanismo ruminal crónico recurrente, con énfasis en el tratamiento quirúrgico.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Se describe un caso de timpanismo ruminal crónico recurrente en una ternera de la raza Polled Hereford, en febrero de 2026. El animal afectado pertenecía a un lote de 36 animales, 4 machos y 32 hembras, destetados precozmente. El destete se realizó el 4 de febrero de 2026. La edad promedio de los terneros fue de 71 días y el peso promedio fue de 74kg. Los animales una vez destetados se mantuvieron en corrales con piso de tierra, con dos días de ayuno de alimento y acceso libre al agua. Durante los siguientes 9 días, se realizó un acostumbramiento al alimento, iniciándose la dieta el tercer día. La dieta inicial consistió en la oferta de heno de alfalfa (91%MS) de buena calidad a razón de 1% del peso vivo en materia seca y ración comercial para terneros de destete 0,2 kg MS/animal/día (18% PB y 3,0 Mcal EM/kg MS, 93% MS), con fibra incluida de grano entero de avena (Fig. 1). Posteriormente, se fue aumentando gradualmente la cantidad de ración a razón de 0,2 kg MS/animal/día y retirando el heno de la dieta. Una vez retirado el heno por completo, los animales solamente tuvieron acceso a la ración *ad libitum*. Luego de unos días en el corral con piso de tierra, los animales fueron trasladados a un piquete con sombra natural y cuya base era cobertura vegetal, especialmente *Cynodon dactylon* (gramilla). Los animales en los primeros 37 días post destete lograron una ganancia de 0,8 kg/animal/día.

La primera consulta ocurrió el 21 de febrero de 2026, a los 17 días de iniciado el destete precoz. El motivo de

consulta fue la presencia de una de las terneras del lote con "hinchazón" abdominal (Fig. 2A). A su vez, el encargado informó que al menos 3 animales presentaban timpanismo ruminal, pero que revertían. La ternera se timpanizaba todos los días y una vez que se le ofrecía el alimento nuevo, se observaba que no comía con la misma avidez que sus compañeros.

El 13 de marzo de 2026 se realizó la exploración clínica de la ternera con el objetivo de confirmar el diagnóstico presuntivo establecido en base a la anamnesis y la evolución clínica. Hasta este momento, el diagnóstico presuntivo era timpanismo gaseoso secundario a una acidosis ruminal subclínica y el principal diferencial fue el Síndrome de Hoflund. En el examen se destacó que la ternera presentaba una distención marcada del flanco izquierdo, pero también en el flanco derecho (Fig. 2B). A la percusión se destacaba el sonido timpánico en la región dorsal y media del flanco izquierdo, así como en la región dorsal del flanco derecho. Presentaba una frecuencia ruminal de 3 movimientos en 5 minutos, pero dichas contracciones eran débiles. No se observó rumia, ni eructación durante el examen. Se destacaba que, a pesar del timpanismo, la ternera no presentaba dificultad respiratoria. No había otros parámetros clínicos alterados. Para confirmar el timpanismo gaseoso se procedió a realizar el sondaje bucoesofágico, utilizando un tubo de plástico flexible de ½ pulgada de diámetro, de unos 1,5 metros de largo. Una vez la sonda dentro del rumen, el animal comenzó a perder el gas y la pared de ambos flancos disminuyó considerablemente su deformación, confirmándose el timpanismo gaseoso. El sondaje también permitió demostrar que no había contenido ruminal retenido en el rumen, como si es característico en el Síndrome de Hoflund, siendo este hecho y los otros parámetros normales, lo que llevó a la conclusión de un timpanismo gaseoso secundario a una insuficiencia ruminal por acidosis ruminal subclínica.

Dada la evolución del cuadro, su cronicidad y la restricción en el consumo de alimento, se decidió realizar una fistula ruminal temporaria (Dirksen, 2005), de forma de evitar el acúmulo excesivo de gas en el rumen. El procedimiento realizado consistió en la sedación y analgesia para ello se empleó 0,02 mg/kg de peso vivo (PV) de Xilacina al 2% (Xylaced®), IV en la vena yugular y Meloxicam 0,5 mg/KgPV (Metacam ®) vía S/C en la tabla de cuello. A su vez, se realizó la terapia antibiótica con Oxitetraciclina LA a razón de 20mg/Kg de PV (Terramicina LA®). Se realizó la tricotomía de la fosa del flanco izquierdo (Fig. 3). Para el bloqueo anestésico de la pared abdominal se utilizó lidocaína al 2% (Lidocaína R 2%®). Se realizó el bloqueo de la pared en forma de L invertida, en el flanco izquierdo, infiltrando lidocaína en varios puntos abarcando piel, subcutáneo y la musculatura abdominal. Luego de 10 minutos se procedió a realizar la intervención quirúrgica. Se procedió a incidir la piel, unos 5 cm de longitud de forma vertical, sobre el centro de la fosa del flanco izquierdo. Luego, se divulsionaron los músculos de la pared con la ayuda de tijera, hasta alcanzar el peritoneo. Una vez en la cavidad abdominal, se instilaron 10mL de Lidocaína al 2% sobre la pared del rumen. A continuación, se procedió a tomar la pared del rumen con la ayuda de pinzas con bordes de goma (pinzas de útero), se exteriorizó, para posteriormente fijarlo a la pared de abdomen. Para la fijación se utilizó nylon de 0,6 mm y se suturó el rumen (pared) al borde de la herida, con el cuidado de tomar todas las capas musculares, incluyendo el peritoneo. Se utilizó un patrón de sutura continua. Una vez garantizado el cierre del rumen sobre la pared,

Figura 1. Ración para terneros de destete con grano de avena como fuente de fibra y comedero colectivo dónde se suministraba el alimento.

Figura 2. Ternera afectada con timpanismo ruminal el 21 de febrero de 2026 (A) y el 13 de marzo de 2026 (B).

Figura 3. A. Ternera posterior a la fistulización ruminal temporaria. B. Aspecto de la herida quirúrgica 24h posterior a la cirugía. C. Lote de terneros dónde estaba la ternera afectada, nótese la corteza de los árboles consumida por los terneros.

se procedió a incidir el rumen. Se incidió también de forma vertical y posteriormente se suturaron los bordes del rumen a la piel utilizando el mismo material de sutura antes mencionado. Por último, se realizó la limpieza de la herida y colocación de antimiásico tópico (Fig. 3A y 3B).

DISCUSIÓN

Este caso de timpanismo ruminal crónico recidivante o recurrente es un proceso crónico asociado a una inadecuada adaptación del rumen a la dieta o también denominado "insuficiencia ruminal" (Dirksen, 2005). Se asocia a factores que reducen el eructo y, por lo tanto, provoca el acúmulo de gas. En este caso, el consumo de ración con grano de avena, sin fibra larga y el poco desarrollo ruminal del animal al momento del destete fue probablemente un factor clave para que se desencadene el problema. Si bien se describe el grano de avena como un buen reemplazo de la fibra larga, es común de observar en corrales dónde no hay otra fuente de fibra larga, el consumo de corteza de árboles, tal como se evidencia en la Fig. 3C indica que los animales buscan otras fuentes de fibras alternativas. La fistula ruminal, si bien resulta eficaz como tratamiento, requiere su cierre mediante un segundo procedimiento quirúrgico, una vez corregida la causa primaria del cuadro. Para la prevención es fundamental considerar el mínimo desarrollo ruminal que debe de tener un ternero al destete, respetando el peso vivo y la edad. A su vez, presentar especial atención a la adaptación ruminal, especialmente en aquellos sistemas en que la única fibra ofrecida es corta y incluida con la ración.

CONCLUSIONES

El timpanismo crónico recurrente es una patología secundaria a diversos problemas digestivos, pero en particular en terneros se debe a problemas en la adaptación ruminal. La fistula ruminal temporaria es un método eficaz para el tratamiento, mientras se corrige la causa primaria de este problema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Simeone, A., Beretta, V. 2002. Destete Precoz en ganado de carne. Facultad de Agronomía.
Editorial Hemisferio Sur. 118 pp.

Simeone, A., Beretta, V. 2025. 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. LII Jornadas Uruguayas de Buiatría, 70-78.

Dirksen, G. Enfermedades de retículo y rumen en el bovino rumiante. En: Dirksen, G; Grunder H.D; Stober M. Medicina Interna y Cirugía del Bovino. 359-427pp.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

FRACTURAS EN TERNEROS DE CRIA ASOCIADAS A HIPOCUPROSIS EN ARGENTINA: reporte de caso

Francisco Plaza[1], Alejandra Ambrosino[1], Delfina Balbuena[1], Agustina Tettamanti[1], Adriana Lauro[1], Eleonora Morrell[1], Juan Poo[1], Valeria Scioli[1] y Germán Cantón[1]*

1- Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) – CONICET, RN 226 km. 73.5, Balcarce 7620, Argentina.
*Autor de correspondencia: canton.german@inta.gob.ar

RESUMEN

La deficiencia de cobre (Cu) es una de las carencias minerales más frecuentes en bovinos de pastoreo en Argentina, aunque los reportes de trastornos óseos severos en terneros de cría son escasos. El objetivo de este trabajo fue describir un brote de fracturas espontáneas asociado a hipocuprosis severa en un establecimiento de cría del departamento General López, Santa Fe. En un lote de 40 terneros, 10 presentaron claudicación severa y decúbito. Se observaron fracturas completas y desplazadas en húmero y fémur, además de callos óseos en costillas. Los análisis bioquímicos evidenciaron hipocupremia severa y bajos niveles hepáticos de Cu. Histopatológicamente, se observó desorganización de la placa de crecimiento y escasas trabéculas óseas finas rodeadas de tejido adiposo. Estos resultados confirman un cuadro de hipocuprosis severa que generó la aparición de fracturas espontáneas.

SUMMARY

Copper deficiency is one of the most common mineral deficiencies in grazing cattle in Argentina; however, reports of severe skeletal disorders in beef calves are scarce. The aim of this study was to describe an outbreak of spontaneous fractures associated with severe hypocuprosis in a beef cattle farm located in General López Department, Santa Fe province. In a group of 40 calves, 10 animals showed severe lameness and recumbency. Clinical examination and necropsy revealed complete displaced fractures of the humerus and femur, as well as rib callus formation. Biochemical analyses showed severe hypocupremia and low hepatic Cu concentrations. Histopathological examination revealed disorganization of the growth plate with irregular chondrocyte arrangement and thin bone trabeculae surrounded by adipose tissue. These findings indicate that severe hypocuprosis led spontaneous fractures.

INTRODUCCIÓN

La deficiencia de cobre (Cu) es una de las carencias minerales más frecuentes en bovinos de pastoreo a nivel mundial, asociándose con pérdidas productivas significativas en los sistemas ganaderos (Mattioli et al. 1996). Suele originarse por bajas concentraciones de Cu (deficiencia primaria) y/o a la presencia de otros microelementos antagonistas (deficiencia secundaria) en el alimento (Hansen et al. 2008). La hipocuprosis es la enfermedad clínica asociada a la deficiencia de Cu, manifestándose con una amplia variedad de signos: acromotricia, diarreas y desórdenes óseos en deficiencias extremas (Suttle 2010). El objetivo de este trabajo es reportar un brote de fracturas asociado a una deficiencia de Cu en terneros de cría ocurrido en el departamento General López de la provincia de Santa Fe, Argentina.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El brote ocurrió en un campo de cría afectando terneros de 5-6 meses de edad, al pie de la madre en pastoreo. Se registraron 10 terneros de 40 (morbilidad 25%) con claudicaciones que terminaban en decúbito. Se revisaron 3 terneros con diferentes grados de claudicación. El ternero N°1 presentaba una claudicación grado 3 (escala de 1 a 3) en el miembro torácico derecho; en la región del brazo (húmero) se observó una deformación sobreelevada, adherida a tejidos profundos, firme al tacto. En miembro pelviano derecho se registró una claudicación grado 2 (escala de 1 a 3). El ternero N°2 se encontraba en decúbito esternal, con incapacidad de incorporarse y marcada depresión. El ternero N°3 se encontraba alerta, en decúbito esternal con incapacidad para incorporarse. En el brazo (húmero) izquierdo presentaba las mismas alteraciones antes descriptas. Se aplicaron movimientos de extensión y flexión forzada en ambos miembros pelvianos, evidenciando crepitación en la articulación coxofemoral.

Se practicó la eutanasia y posterior necropsia al terne-

ro N°3 siguiendo las recomendaciones del Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Experimentación (CICUAE, INTA). El muslo derecho e izquierdo, así como el brazo izquierdo estaban firmes, y los músculos que los rodeaban presentaban resistencia al corte, crepitación, y coloración rosada pálida difusa con múltiples áreas blanco-nacaradas (fibrosis). El fémur izquierdo presentaba 4 fracturas completas, simples, desplazadas, oblicuas que afectaban el cuello de la cabeza del fémur, epífisis proximal, distal y diáfisis (Figura 1A). El fémur derecho presentaba una fractura completa, simple, desplazada y oblicua en la diáfisis (Figura 1B). En la superficie de corte de la epífisis proximal se observaban áreas blanquecinas redondeadas a ovales de limites difusos. El húmero izquierdo poseía una fractura completa, conminuta, desplazada, que afectaba diáfisis y epífisis proximal. En la superficie de corte tanto en la epífisis proximal como distal se observaban áreas blanquecinas redondeadas a ovales de limites difusos y en otros sectores estaban bien delimitadas, circulares, amarillentas de consistencia friables. Los huesos fracturados presentaban neoformaciones rojizas, irregulares duras al tacto, interpretados como callos óseos. En parrilla costal, se encontraron múltiples nódulos sobrellevados de superficie lisa interpretados como callos óseos (Figura 1C).

Se recogieron muestras de encéfalo, tiroides, corazón, pulmón, riñón, hígado, ganglios linfáticos, músculo esquelético, abomaso, intestino delgado y grueso, bazo, glándulas adrenales y hueso para su examen histológico. Se fijaron en formalina al 10 % durante 72h. Los fragmentos de hueso se descalcificaron con EDTA al 5% con un recambio de la solución a las 48h y un control manual de la descalcificación semanalmente. Todos los tejidos se incluyeron en parafina y se prepararon secciones de 4 µm de forma rutinaria y se tiñeron con hematoxilina y eosina (HE). En el análisis histopatológico de epífisis proximal, distal y diáfisis de húmero izquierdo y fémur derecho se observó que las placas de crecimiento presentaban mul-

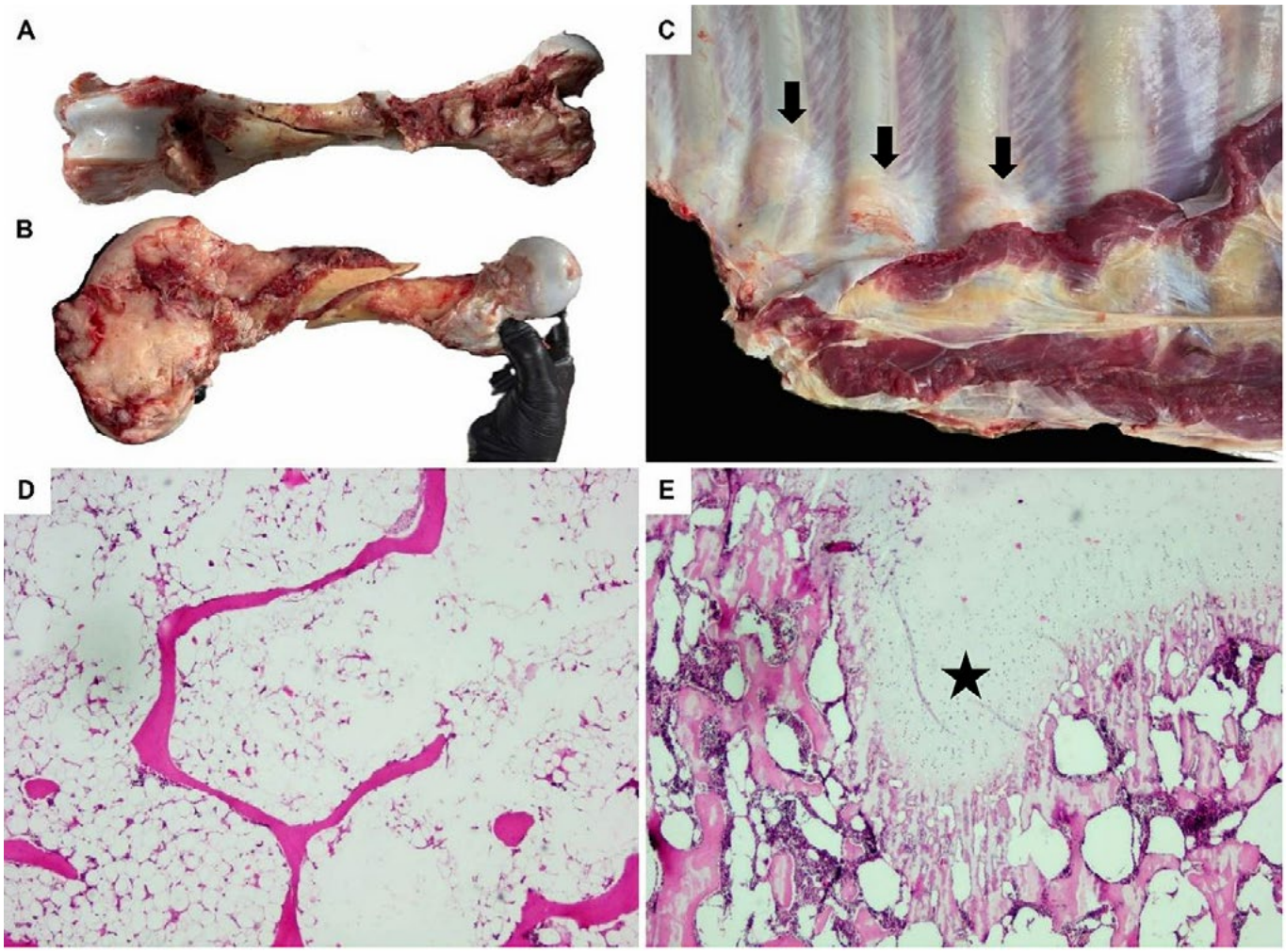


Figura 1. A: Fémur izquierdo con múltiples fracturas completas, simples, desplazadas, oblicuas que afectaban el cuello de la cabeza, epífisis proximal, distal y diáfisis. B: Cara dorsal y lateral del fémur izquierdo con fractura completa, simple, desplazada y oblicua en diáfisis. C: Parilla costal con múltiples callos óseos (flechas). D: Hueso esponjoso con trabéculas finas, desorganizadas, rodeadas por abundante tejido adiposo. E: Placas de crecimiento con arquitectura irregular con aumento en el grosor, desorganización de las columnas de condrocitos y extensión hacia la espongiosa primaria (estrella).

tifocalmente una arquitectura irregular caracterizada por un aumento en el grosor, desorganización de las columnas de condrocitos y extensión de estas hacia la espongiosa primaria. Asimismo, las trabéculas se observaron finas, desorganizadas y en menor cantidad, rodeadas por abundante tejido adiposo (Figura 1D). En el hueso cortical de la metáfisis el periostio se encontraba reactivo y con abundante tejido fibroso y en otros sectores de la cortical había lagunas con ocasionales osteoclastos activos.

Se recolectaron muestras de sangre de 6 individuos afectados para evaluar la concentración de Cu, calcio (Ca) y fosforo (P) por espectroscopia de absorción atómica (EAA). En promedio la cupremia fue 0,37±0,38 ppm (valor de referencia >0,6 ppm, Pedroso & Roller, 2009). Las concentraciones séricas de Ca y P se encontraron dentro de los valores de referencia. Se evaluó la concentración hepática de Cu por EEA, encontrando una concentración de 36,05 ppm (valores de referencia 75-300ppm; Maas & Smith 2015).

Se recolectó una muestra de agua de bebida resultando apta físico-químicamente para consumo de bovinos. No pudo analizarse la concentración de Cu y sus antagonistas en los forrajes disponibles.

DISCUSIÓN

La información clínico-patológica y los resultados bioquímicos indicaron que los cuadros de claudicación asociados a fracturas espontáneas se vincularon con un proceso de osteoporosis secundaria a hipocuprosis severa. Las fracturas en rumiantes son poco frecuentes y resultan particularmente inusuales en huesos como el húmero y el fémur. Su aparición sugiere una marcada reducción de la calidad y resistencia ósea a nivel del rodeo, característica previamente descrita en cuadros de osteoporosis en bovinos (Wehrle-Martínez et al. 2023).

Los hallazgos histopatológicos y bioquímicos permitieron descartar otras causas de fragilidad ósea, particularmente la osteodistrofia fibrosa asociada a desbalances en la relación Ca:P (Mysak et al., 2025). El Cu participa como cofactor en enzimas clave del metabolismo óseo, responsables de la formación de enlaces cruzados de colágeno y elastina que confieren resistencia y estabilidad a la matriz orgánica del hueso (Barker et al., 2012), y participa en procesos de angiogénesis esenciales para la remodelación y reparación ósea (Zhang et al., 2024). Solo existen escasos reportes de alteraciones óseas asociadas a deficiencia severa de Cu pero en sistemas lecheros (Wehrle-Martínez et al. 2023).

Si bien se encontraron algunos animales con normocupremia, es importante remarcar que ya habían sido tratados previamente con soluciones inyectables que contenían Cu. Si bien los animales disponían de varias fuentes de bebida, lagunas, cañadones y una perforación, solo pudo realizarse el análisis de esta última y no se encontraron antagonistas al Cu. Asimismo, el forraje disponible no pudo ser analizado. La ausencia de estas determinaciones no permitió establecer si el origen de la deficiencia fue primaria o secundaria.

Los desórdenes óseos asociados a hipocuprosis pueden presentarse en sistemas de cría. La implementación de planes de suplementación mineral estratégicos resulta indispensable en regiones con alta prevalencia de deficiencia de Cu, para optimizar la productividad y prevenir eventos clínicos severos que comprometen el bienestar animal.

CONCLUSIONES

El presente caso refuerza la importancia de considerar la hipocuprosis severa como una causa potencial de fragilidad ósea en bovinos, particularmente en sistemas de cría donde las deficiencias minerales pueden pasar desapercibidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barker, H., Cox, T., & Erler, J. (2012). The rationale for targeting the LOX family in cancer. Nat. Rev. Cancer. 12(8):540–552.

Hansen, S., Schlegel, P., Legleiter, L., Lloyd, K., & Spears, J. (2008). Bioavailability of copper from copper glycinate in steers fed high dietary sulfur and molybdenum. J. Anim. Sci. 86:173-179.

Maas, J., & Smith, B. (2015). Copper deficiency in ruminants. In B. Smith (Ed.), Large Animal Internal Medicine (5th ed., pp. 837-840). Elsevier.

Mattioli, G., Ramírez, C., Giuliodori, M., Titarelli, C., Yano, H., & Matsui, T. (1996). Characterization of cattle copper deficiency in the Magdalena District. Livest. Prod. Sci. 47:7-10.

Pedroso, R. & Roller, F. (2009). Efecto de las deficiencias de cobre en la reproducción y eficacia de las nuevas biotecnologías del ganado bovino en Cuba. Reseña 2009. Ciencia y Tecnología Ganadera 3(3):101-119.Suttle, N.F. (2010). Mineral Nutrition of Livestock. 4th Edition. Zaragosa, España: Editorial Acribia S.A.

Zhang, Z., Tang, H., Du, T., & Yang, D. (2024). The impact of copper on bone metabolism. J. Orthop. Translat. 47:125-131.

Wehrle-Martinez, A., Lawrence, K., Back, P., Rogers, C., Gibson, M., & Dittmer,K. (2023). Osteoporosis is the cause of spontaneous humeral fracture in dairy cows from New Zealand. Vet. Pathol. 60(1):88-100.

Mysak, A. R., Krupnyk, Ya. H., Pritsak, V. V., Tsisinska, S. V., Lenyo, Yu. M., Dankovych, R. S., & Gutyj, B. V. (2025). Alterative and regenerative processes in the joints of cattle with alimentary osteodystrophy. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 27(120), 18–32.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

PREFERENCIAS Y COMPORTAMIENTO DE CONSUMO DE BLOQUES NUTRICIONALES CON DIFERENTES PROPORCIONES DE *Allium sativum* EN GANADO VACUNO

Jessica Caballero[1], Juan Pablo Damián[2,3], Diego Robaina[1] y Gonzalo Suárez[1]*

1- Unidad de Farmacología y Terapéutica, Departamento Hospital y Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay
2- Departamento de Biociencias Veterinarias, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay
3- Núcleo de Bienestar Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay
* suarezveirano@gmail.com

RESUMEN

El uso de aditivos naturales como *Allium sativum* ha despertado interés en sistemas ganaderos extensivos por su potencial para integrar suplementación nutricional y gestión sanitaria de forma sostenible. Este estudio evaluó la preferencia y el patrón de consumo de bloques nutricionales con diferentes concentraciones de *A. sativum* en bovinos en pastoreo mediante dos fases experimentales: prueba de cafetería individual y monitoreo comportamental con cámaras trampa. El ensayo se realizó durante 80 días en Uruguay con 32 novillos. En la prueba de cafetería los animales tuvieron acceso simultáneo a bloques con 0% (B0), 3% (B3) y 9% (B9) de *A. sativum*, registrándose acercamiento, olfateo y tiempo de consumo; posteriormente los bloques se ofrecieron simultáneamente en el potrero y el comportamiento fue registrado mediante cámaras trampa. El consumo promedio fue de 20 g/animal/día. En la prueba de cafetería, el primer acercamiento se dirigió principalmente a B9, mientras que el mayor tiempo de consumo correspondió a B0 (p=0,035). En contraste, en condiciones de pastoreo B3 presentó mayor frecuencia de acercamientos, olfateo y tiempo de consumo que B0 y B9 (p<0,001). La ingesta estimada de *A. sativum* fue de aproximadamente 0,114 g/animal/día con B3 y 0,6 g/animal/día con B9, niveles potencialmente relevantes para explorar potenciales efectos en el consumo de *A. sativum* en rumiantes. En conclusión, la inclusión de *A. sativum* en bloques nutricionales modificó el comportamiento de interacción de los bovinos con el suplemento y bloque con mayor concentración (9%) permitió mayores ingestas diarias de *A. sativum*, lo cual podría resultar relevante desde el punto de vista sanitario.

SUMMARY

The use of natural additives such as *Allium sativum* has attracted interest in extensive livestock systems due to their potential to integrate nutritional supplementation and health management in a sustainable manner. This study assessed the preference for and consumption patterns of nutritional blocks containing different concentrations *of A. sativum* in grazing cattle through two experimental phases: an individual feeding trial and behavioral monitoring using camera traps. The trial was conducted over 80 days in Uruguay with 32 young bulls. In the cafeteria test, the animals had simultaneous access to blocks containing 0% (B0), 3% (B3) and 9% (B9) of *A. sativum,* with approach, sniffing and consumption time recorded; subsequently, the blocks were offered simultaneously in the pasture and behavior was recorded using camera traps. Average consumption was 20 g/animal/day. In the cafeteria test, the first approach was directed mainly towards B9, whilst the longest consumption time corresponded to B0 (p=0.035). In contrast, under grazing conditions, B3 showed a higher frequency of approaches, sniffing and consumption time than B0 and B9 (p<0.001). The estimated intake of *A. sativum* was approximately 0.114 g/animal/day with B3 and 0.6 g/animal/day with B9, levels potentially relevant for exploring potential effects on *A. sativum* consumption in ruminants. In conclusion, the inclusion of *A. sativum* in nutritional blocks altered the cattle's interaction behavior with the supplement, and the block with the highest concentration, (9%) allowed for higher daily intakes of *A. sativum,* which could be relevant from a health perspective.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales naturales constituyen la principal base forrajera de los sistemas ganaderos extensivos en regiones como Uruguay (Tessore y Petrella, 2025). El cambio climático está reduciendo la disponibilidad y calidad del forraje, lo que representa un desafío para la productividad (FAO, 2020; IPCC, 2022). El uso de suplementos nutricionales y aditivos naturales derivados de plantas ha ganado interés como estrategia para mejorar la eficiencia alimentaria y contribuir al control sanitario (Chumbe et al.

2022). *Allium sativum* (ajo) ha demostrado propiedades insecticidas, repelentes, antiparasitarias y antimicrobianas (Shyma et al. 2014, 2019; Batiha et al. 2020; Chumbe et al. 2022). Su incorporación en bloques nutricionales podría integrar suplementación y manejo sanitario en sistemas de pastoreo. El presente estudio evaluó la preferencia y el patrón de consumo de bloques con diferentes concentraciones de *A. sativum* mediante pruebas de cafetería y monitoreo con cámaras trampa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre julio y octubre del 2024 en un predio comercial del departamento de Cerro Largo, Uruguay. Se utilizaron 32 novillos (1,5 años; 253 ± 26 kg). Los animales fueron identificados individualmente y pesados los días 0, 7, 42 y 80 (Protocolo CEUA Nº 2018), además se obtuvieron muestras sanguíneas (días 0 y 42) para la realización de hemogramas con el fin de evaluar posibles alteraciones hematológicas asociadas al consumo de *A. sativum.* Para la prueba de cafetería, cada animal tuvo acceso simultáneo e individualizado a tres bloques nutricionales con diferentes concentraciones de *A. sativum*: 0 % (B0), 3 % (B3) y 9 % (B9), registrando acercamiento, olfateo y comportamiento de consumo. Posteriormente, los bloques se ofrecieron simultáneamente en el potrero en dos puntos de suplementación, donde en cada punto se colocó un bloque de cada tratamiento (B0, B3 y B9). El comportamiento fue registrado mediante cámaras trampa para evaluar la interacción de los animales en condiciones naturales. Los bloques fueron pesados semanalmente para estimar el consumo (g/animal/día). Los datos se analizaron mediante modelos de regresión logística ordinal y pruebas de proporciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la prueba de la cafetería se analizaron tomando los resultados del día 42, ya que no se observaron respuestas conductuales al día 0. Las respuestas conductuales variaron según el tratamiento, el primer acercamiento se dirigió principalmente al bloque B9 (54%), seguido por B3 (25%) y B0 (21%). La mayor proporción del tiempo de consumo correspondió al bloque B0 (60%; 7 min), seguido de B3 (22%; 2,5 min) y B9 (17,5%; 2 min) ($p < 0,05$). El tiempo de consumo fue significativamente mayor para B0 en comparación con B9 ($p = 0,035$), mientras que se observó una tendencia a mayor tiempo de consumo respecto a B3 ($p = 0,072$). No se observaron diferencias significativas entre B3 y B9 ($p = 0,94$).

Durante el periodo de 80 días, los novillos consumieron una media de 20 g/animal/día, distribuidos en 6,40 g/día (B0), 8,20 g/día (B3) y 8,90 g/día (B9). Esta ingesta correspondió a un consumo estimado de *A. sativum* de 0,114 g/animal/día con el bloque del 3 % y de 0,6 g/animal/día con el bloque del 9 %, cuyos consumos acumulados se muestran en la Figura 1. Sin embargo, aunque

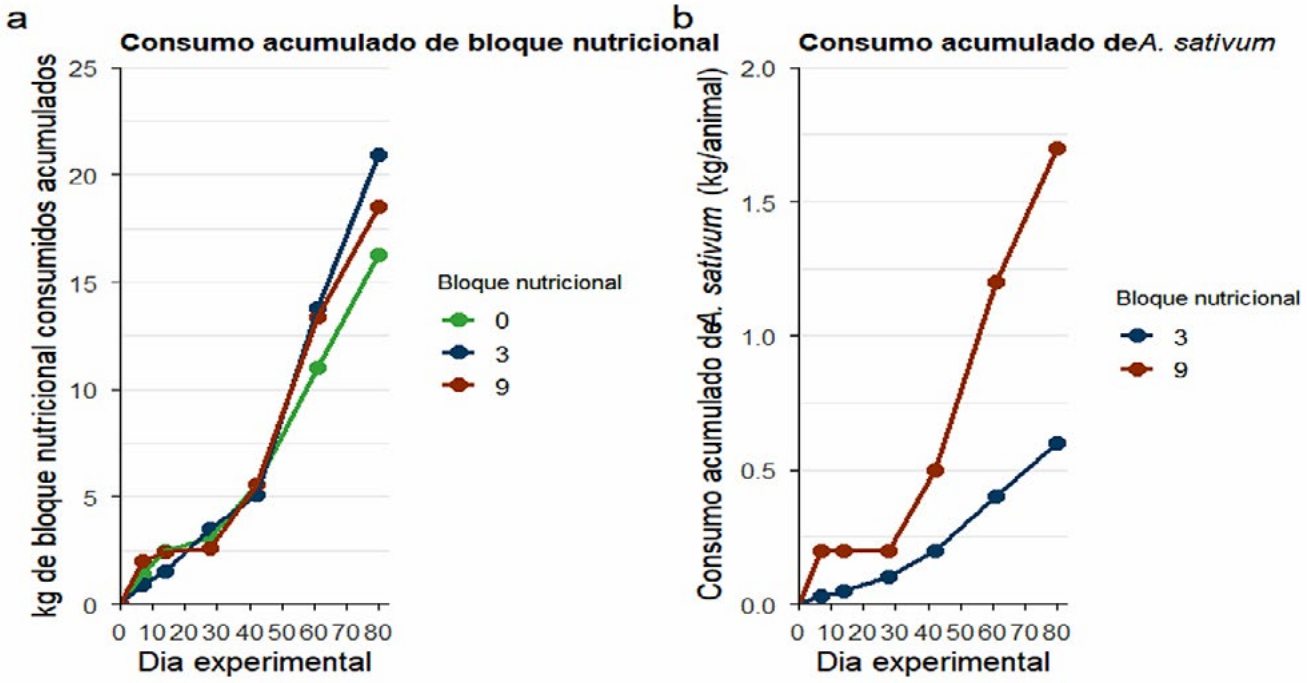


Figura 1. Consumo acumulado (kg) (a) y equivalente de *Allium sativum* (kg) (b) en bloques Mercobloc Ganadero + repelente (MBG+R) con diferentes concentraciones de ajo (0 %, 3 % y 9 %), administrados a 32 novillos durante 80 días.

Tabla 1. Resumen de los registros de cámaras trampa y comportamiento de consumo según tipo de bloque

Variable	B0	B3	B9
Videos con aproximación (n) (%)	932 (30)	1,451 (46)	943 (30)
Videos con olfateo (n) (%)	752 (24)	1,163 (37)	762 (24)
Videos con consumo (n) (%)	438 (14)	773 (24)	485 (15)
Tiempo de consumo (h)	1.15[b]	2.11[a]	1.20[b]
Tiempo de consumo (%)	25.8	47.0	26.7

*Letras diferentes indican diferencias significativas en el tiempo relativo de consumo entre tratamientos (B0, B3 y B9) ($p < 0.01$).

el consumo total del bloque no difirió entre tratamientos ($p>0.05$), la ingesta acumulada de *A. sativum* fue mayor en B9 debido a su mayor proporción en el suplemento, lo que sugiere que el incremento en la concentración de ajo no provocó rechazo ni limitó la aceptación del bloque, siendo este un efecto buscado desde el punto de vista sanitario. Las respuestas conductuales observadas mediante cámaras trampa evidenciaron diferencias entre tratamientos. En particular, el bloque con 3 % de *A. sativum* (B3) mostró mayor frecuencia de acercamientos, olfateo y eventos de consumo en comparación con el bloque control (B0) ($p < 0,01$), mientras (B9) no difirió del control. La discrepancia entre ambas fases experimentales podría explicarse por diferencias en el contexto conductual: la prueba de cafetería evalúa decisiones individuales en un ambiente controlado, mientras que el monitoreo con cámaras refleja el comportamiento grupal y natural en pastoreo. Estos resultados sugieren que la inclusión moderada de ajo (3%) podría incrementar el interés exploratorio de los animales hacia el suplemento, actuando como como estímulo sensorial atractivo (Tabla 1). Este patrón coincide con reportes previos que indican que compuestos sulfurados presentes en el ajo pueden actuar como moduladores del comportamiento, (Rabee et al. 2025), lo cual podría funcionar como estímulo sensorial atractivo (Harper et al. 2016).

CONCLUSIONES

La inclusión de *Allium sativum* en bloques nutricionales modificó el comportamiento de interacción de los bovinos con el suplemento en base a la concentración del compuesto y en función de la herramienta de evaluación. El bloque con mayor concentración (9%) permitió mayores ingestas diarias de *A. sativum*, lo cual podría resultar relevante desde el punto de vista sanitario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chumbe Valqui, W. P., & Reátegui Inga, R. P. G. (2022). Efecto del extracto de ajo (Allium sativum) en el control de los tres principales agentes infecciosos de la mastitis bovina. *Revista Científica Dékamu Agropec*, *2*(2), 9–17. https://doi.org/10.55996/dekamuagropec.v2i2.55

El-Saber Batiha, G., Magdy Beshbishy, A., G. Wasef, L., Elewa, Y. H. A., A. Al-Sagan, A., Abd El-Hack, M. E., Taha, A. E., M. Abd-Elhakim, Y., & Prasad Devkota, H. (2020). Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Garlic (Allium sativum L.): A Review. *Nutrients*, *12*(3), 872. https://doi.org/10.3390/nu12030872

FAO. (2020). *The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming water challenges in agriculture.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/cb1447en

Harper, M. T., Oh, J., Giallongo, F., Lopes, J. C., Weeks, H. L., Faugeron, J., & Hristov, A. N. (2016). Short communication: Preference for flavored concentrate premixes by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *99*(8), 6585–6589. https://doi.org/10.3168/jds.2016-11001

Intergovernmental Panel On Climate Change (Ipcc). (2023). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (1st edn). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009325844

Rabee, A. E., El Shereef, A. A., Nassar, M. S., El-Rayes, M. A. H., Mohammed, R. S., & Bakr, S. A. (2025). Effect of garlic powder supplementation on rumen microbiota and histology, and blood metabolites in Barki lambs. *BMC Veterinary Research*, *21*(1), 116. https://doi.org/10.1186/s12917-025-04521-5

Shyma, K. P., Gupta, J. P., Ghosh, S., Patel, K. K., & Singh, V. (2014). Acaricidal effect of herbal extracts against cattle tick Rhipicephalus (Boophilus) microplus using in vitro studies. *Parasitology Research*, *113*(5), 1919–1926. https://doi.org/10.1007/s00436-014-3839-3

Shyma, K., Singh, V., Gupta, J. P., & Pawar, M. M. (2019). *In vitro assessment of acaricidal activity of garlic cloves and papaya leaves against deltamethrin and cypermethrin susceptible Rhipicephalus (Boophilus) microplus.* 8. 233-236. 7.

Agradecimientos: Agradecemos al establecimiento por su apoyo durante el trabajo de campo y a TimacAgro Uruguay, por la formulación y suministro de los bloques nutricionales.

CONSUMO DE MATERIA SECA Y COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN VACAS LECHERAS: efecto de un desafío inflamatorio inducido con lipopolisacárido

J. Pizzichillo[1], M. García-Roche[2], A.C Malaquina[2], A. Casal[2]*

1- Estudiante Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay
2- Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay
*Autor de correspondencia: acasal@fagro.edu.uy

RESUMEN

El período de transición de la vaca lechera se caracteriza por importantes cambios metabólicos necesarios para sostener el inicio de la lactancia. Durante esta etapa, más del 50 % de las vacas puede presentar trastornos metabólicos subclínicos asociados a una adaptación insuficiente a las demandas energéticas y productivas. La activación del sistema inmune constituye uno de los principales factores que alteran la homeostasis metabólica, modificando la partición de nutrientes y el comportamiento alimenticio. Este proceso se enmarca dentro del concepto de inmunometabolismo, en el cual el organismo redirige nutrientes hacia el sistema inmune durante procesos inflamatorios, afectando el consumo de materia seca (CMS) y la eficiencia productiva. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de un desafío inflamatorio inducido mediante infusión intravenosa de lipopolisacárido (LPS) sobre el consumo de materia seca y el comportamiento ingestivo en vacas lecheras. Dieciséis vacas Holstein multíparas en lactancia temprana fueron asignadas a dos tratamientos: infusión de LPS o solución salina (control). El consumo individual y el comportamiento alimenticio fueron registrados mediante comederos automáticos inteligentes. La infusión de LPS redujo el consumo de materia seca en un 36 % y la producción de leche en un 13 %. Además, se observó una disminución en el tiempo total de permanencia en el comedero durante la infusión, sin cambios en la duración promedio de las visitas. Estos resultados indican que la activación inmunológica reduce transitoriamente el consumo y modifica el comportamiento ingestivo, contribuyendo a agravar el balance energético negativo en vacas lecheras.

SUMMARY

The transition period in dairy cows is characterized by profound metabolic changes required to support the onset of lactation. During this stage, more than 50% of cows may experience subclinical metabolic disorders associated with an insufficient adaptation to the increasing energetic and productive demands. Activation of the immune system is one of the main factors disrupting metabolic homeostasis, altering nutrient partitioning and feeding behavior. This interaction between metabolism and immunity, known as immunometabolism, involves the redirection of nutrients toward the immune system during inflammatory processes, thereby affecting dry matter intake (DMI) and productive efficiency. The objective of this study was to evaluate the effect of an inflammatory challenge induced by intravenous lipopolysaccharide (LPS) infusion on dry matter intake and feeding behavior in dairy cows. Sixteen multiparous Holstein cows in early lactation were assigned to two treatments: LPS infusion or sterile saline (control). Individual feed intake and feeding behavior were recorded using automated smart feeders. LPS infusion resulted in a 36% reduction in dry matter intake and a 13% decrease in milk yield. In addition, cows receiving LPS showed reduced total time spent at the feeder during the infusion period, whereas the average duration of feeder visits remained unchanged. These findings indicate that immune activation transiently reduces feed intake and alters feeding behavior, potentially exacerbating the negative energy balance commonly observed in early lactation dairy cows.

INTRODUCCIÓN

El período de transición de la vaca lechera se caracteriza por profundos cambios metabólicos necesarios para sostener la lactogénesis. Durante esta etapa, más del 50 % de las vacas presentan trastornos metabólicos subclínicos asociados a una adaptación insuficiente a las demandas energéticas y productivas (Cruz et al., 2021). La activación del sistema inmune constituye uno de los factores que más contribuye a alterar la homeostasis metabólica, modificando la partición de nutrientes y el comportamiento alimenticio.

La interacción entre metabolismo e inmunidad, conocida como inmunometabolismo, implica que durante pro-

cesos inflamatorios el organismo redirige nutrientes hacia el sistema inmune, afectando el consumo de materia seca (CMS) y la eficiencia productiva (Kelly & O'Neill, 2015; O'Neill et al., 2016). En vacas lecheras, la administración intravenosa de lipopolisacárido (LPS) se utiliza como modelo experimental para inducir una respuesta inflamatoria sistémica, generando fiebre, alteraciones metabólicas y reducción del consumo de alimento (Kvidera et al., 2017; Chandler et al., 2022).

Además de la disminución en la ingesta, la activación inmunológica puede modificar el comportamiento ingestivo, afectando la frecuencia y duración de las visitas al comedero. Estos cambios pueden agravar el balance energético negativo, particularmente durante la lactancia temprana (Sundrum, 2015).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un desafío inflamatorio inducido mediante infusión intravenosa de LPS sobre el consumo de materia seca y el comportamiento ingestivo en vacas lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Dieciséis vacas Holstein multíparas (639 ± 68 kg de peso vivo; 3,0 ± 1,4 de condición corporal), con 15 ± 8 días posparto, fueron asignadas a uno de dos tratamientos experimentales donde se les colocó un catéter central y se les infundió LPS (lipopolisacárido de *Escherichia coli* O55:B5; 62,5 ng/kg de peso vivo; n = 8) o solución salina estéril (CTRL; n = 8).

Las vacas fueron alimentadas con una ración totalmente mezclada (TMR; 18% de proteína cruda y 36% de FDN en base a materia seca) que cubría el 100% de sus requerimientos nutricionales y fueron ordeñadas dos veces al día. Las vacas del grupo CTRL fueron alimentadas en forma pareada (pair-fed) para igualar el consumo de materia seca de las vacas tratadas con LPS. El ensayo tuvo una duración de 7 días y se dividió en tres períodos experimentales: Pre-infusión, Infusión y Post-infusión. El comportamiento ingestivo (número de visitas al comedero (visitas/día), tiempo total de permanencia en el comedero (min/día), duración promedio de cada visita (min)) y el consumo individual (kg/día) fueron registrados mediante comederos automáticos inteligentes (Hook, Balanzas Hook S.A., Argentina), los cuales permiten medir el consumo individual de alimento, el número de visitas al comedero y la duración de cada visita mediante identificación electrónica de los animales.

Los datos fueron analizados mediante modelos mixtos utilizando el programa SAS (SAS on demand) considerando los efectos de tratamiento, período y su interacción, estableciendo la significancia estadística en P < 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La infusión de LPS indujo una disminución del 36% en el consumo de materia seca, lo que resultó en una reducción del 13% en la producción de leche. La respuesta inflamatoria fue confirmada por el aumento de la temperatura rectal (máximo promedio de 40,3 °C a las 3 h post-infusión), la frecuencia cardíaca (103 latidos/min) y la frecuencia respiratoria (70 respiraciones/min).

Los resultados se presentan en la Tabla 1. El consumo de materia seca presentó un efecto significativo del período (P < 0,0001) y de la interacción tratamiento × período (P < 0,05). Durante la infusión de LPS se observó una

Tabla 1. Consumo de materia seca y comportamiento ingestivo en vacas lecheras sometidas a infusión de LPS

						P-valor[3]	
Variable	**Periodo**	**LPS**[1]	**CTRL**[2]	**SEM**	**T**	**P**	**TxP**
Consumo de MS (kg/d)	Pre	22.4[a]	21.0[a]	1.4	0.7	<0.01	<0.05
	Infusión	11.9[b]	16.0[b]				
	Post	24.2[a]	23.5[a]				
Visitas al comedero (d^{-1})	Pre	39.8	32.7	5.5	0.69	<0.01	0,72
	Infusión	31.1	29.0				
	Post	49.5	43.8				
Tiempo en comedero (min/d)	Pre	153.1[b]	144.6[b]	9.8	<0.05	<0.01	<0.05
	Infusión	98.9[c]	133.6[bc]				
	Post	146.8[b]	197.9[a]				
Duración promedio de visita (min)	Pre	4.35	4.48	0.47	0.21	0.72	0.35
	Infusión	3.83	4.86				
	Post	3.67	4.62				

[1]LPS: vacas tratadas infundidas con lipopolisacárido; [2]CTRL: vacas control infundidas con solución salina; [3]T: Tratamiento; P: Periodo; TxP: Interacción Tratamiento x Periodo. Letras diferentes dentro de cada variable indican diferencias entre períodos (P < 0.05).

disminución marcada del consumo en las vacas tratadas en comparación con el grupo CTRL. Sin embargo, en los períodos pre y post-infusión no se observaron diferencias entre tratamientos. El número de visitas al comedero mostró un efecto significativo del período ($P < 0,0001$), pero no del tratamiento. Esto sugiere que el desafío inflamatorio afectó el patrón temporal de alimentación más que la frecuencia absoluta de visitas. El tiempo total de permanencia en el comedero presentó efectos significativos del tratamiento ($P < 0,05$), del período ($P < 0,0001$) y de la interacción tratamiento × período ($P < 0,05$). Durante la infusión, las vacas LPS permanecieron menos tiempo alimentándose que las vacas CTRL, lo cual coincide con la reducción del consumo de materia seca. Por otro lado, la duración promedio de las visitas al comedero no mostró diferencias significativas entre tratamientos ni períodos.

Estos resultados confirman que la activación del sistema inmune induce una reducción transitoria del consumo de materia seca y modifica el comportamiento ingestivo, lo cual es consistente con el concepto de inmunometabolismo donde los nutrientes son priorizados para sostener la respuesta inmunológica (Kelly & O'Neill, 2015).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brand, M.D. & Nicholls, D.G. (2011). Assessing mitochondrial dysfunction in cells. *Biochemical Journal*, 437.

Chandler, T.L. et al. (2022). Lipopolysaccharide challenge following intravenous amino acid infusion in postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*.

Cruz, I. et al. (2021). Clinical disease incidence during early lactation in grazing dairy cows in Uruguay. *Preventive Veterinary Medicine*, 191.

Horst, E.A., Kvidera, S.K., & Baumgard, L.H. (2021). The influence of immune activation on transition cow health and performance. *Journal of Dairy Science*, 104.

Kelly, B. & O'Neill, L.A. (2015). Metabolic reprogramming in macrophages and dendritic cells in innate immunity. *Cell Research*, 25.

Kvidera, S.K. et al. (2017). Glucose requirements of an activated immune system in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 100.

O'Neill, L.A.J. et al. (2016). A guide to immunometabolism for immunologists. *Nature Reviews Immunology*, 16.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

MODELADO MULTIAGENTE DE DOS SISTEMAS LECHEROS EN CAMA CALIENTE CON CÁLCULO DE EFICIENCIA Y SURPLUS DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO

María Belén López-Pérez[1]*, Francisco Diéguez[2], Alejandro Mendoza[3], Matilde Tristant[4], y Alsiane Capelesso[2,5]

1-Unidad Académica de Economía y Administración, Departamento de Ciencias Sociales Facultad de Veterinaria (FVET), Universidad de la República (UdelaR), Uruguay.
*Autora de correspondencia: MariaBelenLP1993@gmail.com
2-Unidad Académica de Sistemas de Producción Animal y Modelado, Departamento de Producción Animal y Salud de los Sistemas Productivos, FVET, UdelaR, Uruguay.
3- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Unidad Lechería, Colonia, Uruguay.
4- Estudiante de Maestría en Producción Animal, FVET, UdelaR, Uruguay.
5- Responsable científico del proyecto FMV_3_2022_1_172342, Fondo María Viñas.

RESUMEN

Se desarrollaron dos modelos de simulación multiagente a partir de datos anuales de dos predios lecheros que utilizaban encierro permanente tipo cama caliente. Los modelos estimaron los surplus de Nitrógeno, Fósforo y Potasio de los sistemas, y surplus parciales: promedio de potreros, de cada potrero de forma individual y de galpones (incluyendo cama caliente, sala de ordeñe y plaza de alimentación), teniendo en cuenta los ingresos y salidas mensuales del sistema, así como los flujos internos de nutrientes. Se observó acúmulo de nutrientes en ambos sistemas evaluados (surplus positivo), encontrado principalmente en los galpones para ambos casos. Los modelos multiagente permitieron representar la distribución espacial de nutrientes, presentándose como una herramienta que puede ayudar a la toma de decisiones y para fomentar el diálogo acerca del impacto ambiental de los sistemas productivos.

SUMMARY

Two multi-agent models were developed based on annual data from two dairy farms using permanent confinement in compost barn. The models estimated the Nitrogen, Phosphorus, and Potassium surpluses of the systems, as well as partial surpluses: for paddock average, for each individual paddock, and for the barns (including compost barn, milking parlor, and feeding area), taking into account the monthly inflows and outflows of the system, as well as internal nutrient movements. Nutrient accumulation was observed in both systems (positive surplus), found mainly in the barns. The multi-agent models allowed for the representation of the spatial distribution of nutrients, proving to be a tool that can assist in decision-making and foster dialogue regarding the environmental impact productive systems.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de tipo “cama caliente” (o “compost barn” en inglés) en vacas lecheras se componen de un encierro grupal bajo techo, con cama donde se realiza compostaje (Leso y col., 2020). Estos encierros ofrecen beneficios a nivel productivo y de bienestar animal, sin embargo, adicionalmente requieren especial atención a nivel ambiental, ya que implican concentración de nutrientes. Los modelos multiagente (ABM por su sigla en inglés) permiten la simulación de sistemas complejos, representando agentes en el espacio con la capacidad de interactuar entre sí, dinámicamente (Railsback y Grimm, 2019). De este modo, resultan una herramienta adecuada para evaluar sistemas agropecuarios, tanto desde el punto de vista productivo como el ambiental, permitiendo en este último representar la distribución heterogénea de nutrientes en el tiempo y en el espacio.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

En este estudio, se desarrollaron dos ABM a partir de datos de dos predios lecheros comerciales de Uruguay. Información preliminar de uno de ellos (modelo A) fue presentada previamente por López-Pérez y col. (2025). Los modelos se desarrollaron en NetLogo, una plataforma libre para la programación multiagente (Wilensky, 1999). El objetivo principal del trabajo fue representar los flujos de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) de manera dinámica y teniendo en cuenta la distribución espacial a la interna de los sistemas, y poder comparar los resultados de ambos, teniendo en cuenta las particularidades de cada sistema.

Los datos de los predios fueron recolectados quin-

cenalmente durante un año (agosto de 2023 a julio de 2024), dentro del protocolo aprobado por la Comisión de experimentación en el uso de animales nr. 1674/23. Los modelos simularon el área vaca masa (haVM) y a los animales VM (VM). En ambos predios el encierre era permanente para las vacas de ordeñe, mientras que las vacas secas y preparto se manejaron en corrales aparte. El Predio A presentaba una carga animal promedio de 3,35 VM/haVM *vs*. el Predio B, con una carga promedio de 1,95 VM/HaVM. Adicionalmente, el predio A producía 41,7% de la fibra para la VM vs. el Predio B que producía 92,9% de la fibra necesaria para la VM durante el periodo analizado.

El modelo simuló un año completo con avance temporal mensual. Se estimó el surplus (excedente) de N, P y K, sumando los ingresos al sistema (alimentos, fertilizante, semillas, fijación biológica, reposición del material para la cama, compra de animales) y restando las salidas (leche, venta de animales). Además del surplus del sistema, se calcularon los surplus para cada potrero y para las instalaciones nombradas genéricamente "galpones" (incluyó cama caliente, sala de ordeñe y plaza de alimentación), teniendo en cuenta movimientos internos, como la producción de alimento dentro del establecimiento y la utilización de excretas y cama como fertilizante. Adicionalmente, el modelo también calculó la producción individual y total en litros corregidos para sólidos, la eficiencia de uso de N, P y K y la composición de las dietas para las vacas en ordeñe, vacas secas y preparto.

En la tabla 1 se presentan los surplus anuales del sistema, surplus promedio mínimo y máximo de los potreros, y surplus del galpón, para N, P y K en los predios A y B.

Las figuras 1 y 2 muestran la visualización de los modelos predio A (figura 1) y predio B (figura 2) al finalizar la simulación. Se representa el predio incluyendo las divisiones de potreros, permitiendo ver el surplus de cada potrero además del valor promedio de todos y el surplus global del sistema. Los colores de cada potrero indican el

Tabla 1. Surplus anual de ambos sistemas de producción de leche en cama caliente, para Nitrógeno, Fosforo y Potasio.

	Predio A (49haVM)			Predio B (348haVM)		
	N	P	K	N	P	K
Surplus total del sistema (kg/haVM)	264	135	36	252	85	144
Surplus galpón (kg total)	13.388	3.114	14.700	80.237	18.346	77.032
Surplus potreros valores promedios (kg/haVM)	291	148	288	-20	34	17
Surplus potreros valores mínimo (kg/haVM)	246	77	222	-232	-17	-167
Surplus potreros valores máximo (kg/haVM)	352	172	440	356	82	351

Figura 1. Predio A

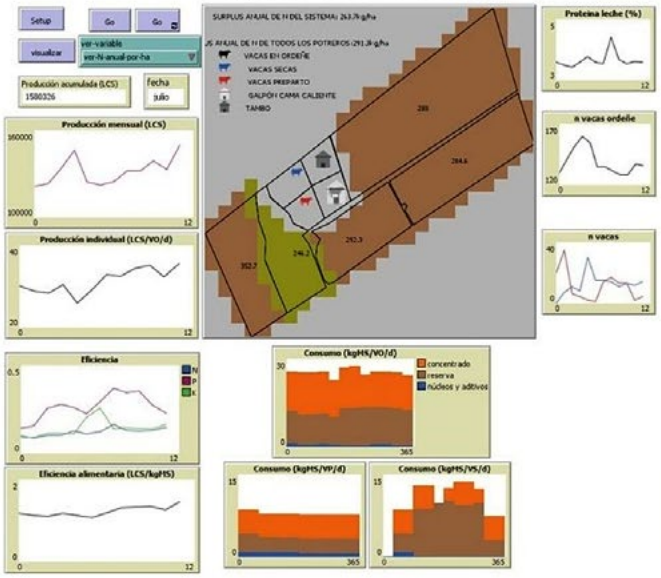
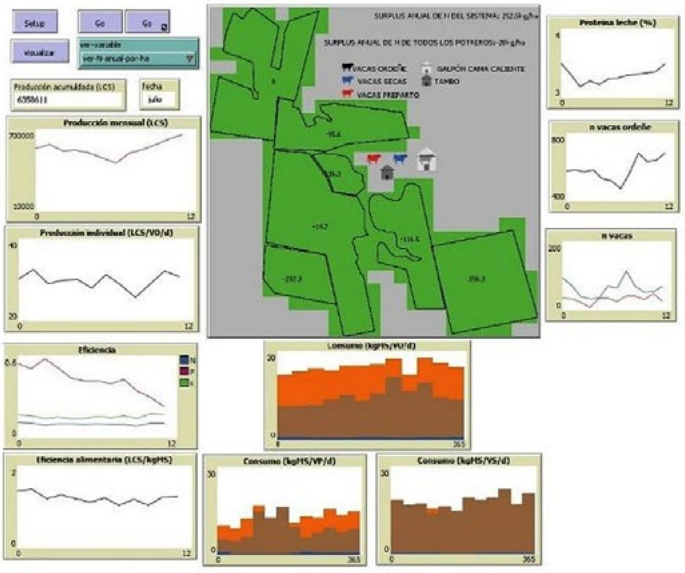


Figura 2. Predio B



Figuras 1 y 2: Modelos ABM de dos predios lecheros con encierre permanente para las vacas de ordeñe al finalizar un año de simulación.

uso del suelo actual. El seleccionador "ver-variable" permite escoger entre la visualización de valores mensuales o anuales de N, P o K.

DISCUSIÓN

El modelo permitió una representación espacial y temporal del sistema, integrando datos productivos y ambientales al análisis. El surplus del sistema funciona como un indicador global, siendo estos valores similares entre los dos predios (sobre todo en N). Por otra parte, los surplus parciales revelaron diferencias considerables, entre componentes y entre ambos predios. De manera general, hubo acumulo considerable de nutrientes en ambos predios, dado los valores de surplus positivos observados. Se observa que la entrada de nutrientes al sistema, como alimentos y fertilizantes tienen grande impacto sobre el valor del surplus en los predios. La eficiencia promedio (%) en ambos sistemas fue de 12,0±2,2 y 10,3±0,8 para N; 27,5±7,2 y 42,4±10,1 para P; y 14,2±4,8 y 15,5±1,4 para K, para los predios A y B, respectivamente. Se destaca la importancia de analizar la distribución espacial de los nutrientes en sistemas con encierro permanente como lo son estos casos, donde una parte importante de los nutrientes no se acumulan en los potreros, sino en los galpones. Las excretas y cama acumuladas pueden utilizarse como fertilizante, disminuyendo los ingresos al sistema como en estos casos. Por otra parte, la concentración de nutrientes en los galpones puede presentar un riesgo a reservas de agua cercana, siendo fundamental mantenerlos aislados. A futuro, los presentes modelos podrían utilizarse para simular escenarios diferentes, (representando prácticas agropecuarias concretas, por ejemplo, cambios en la dieta, carga animal o en la gestión de efluentes) y poder analizar cómo los mismos repercuten en las variables productivas y ambientales de los sistemas. Adicionalmente, los modelos pueden ser una herramienta para ayudar en la toma de decisiones de productores y fomentar el diálogo acerca el impacto ambiental de los sistemas que gestionan.

CONCLUSIONES

Se lograron implementar modelos ABM de dos sistemas lecheros con encierro permanente de tipo cama caliente. Los modelos permitieron el cálculo de eficiencia y surplus de nutrientes, tanto a nivel global como a nivel de subsistemas, en forma dinámica. Se destacan diferencias entre el surplus global y los surplus promedio de potreros, de cada potrero y de los galpones, indicando la utilidad de representar la distribución y heterogeneidad espacial del acúmulo de nutrientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Leso, L., Barbari, M., Lopes, M. A., Damasceno, F. A., Galama, P., Taraba, J. L., & Kuipers, A. (2020). Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. Journal of Dairy Science, 103(2): 1072-1099.

López-Pérez, M.B., Dieguez, F., Capelesso, A (2025). Modelado multiagente de un sistema lechero con cama caliente para analizar la acumulación de nitrógeno, fósforo y potássio. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 33(1): 791-792.

Railsback, S. F., & Grimm, V. (2019). Agent-based and individual-based modeling: a practical introduction. Princeton university press.

Wilensky, U. (1999). NetLogo versión 6.4 (software), Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University. http://ccl.northwestern.edu/netlogo.

IR AL INDICE

PRÁCTICAS DE REGISTRO DE LA INFORMACIÓN EN LOS SISTEMAS DE CRIANZA DE TERNEROS LECHEROS DE URUGUAY

María Inés Casaretto[1*], Alejandro Mendoza[2], Federico Giannitti[1], Maximiliano Pastorini[3], Alicia Félix[4], Nicolle Pomiés[4], Alejo Menchaca[1], Ernesto Restaino[5], Nicolás Baraibar[5],Rocío Martínez[4], Darío Caffarena[1,3,*]

1- Plataforma de Investigación en Salud Animal, INIA La Estanzuela.
2- Sistema lechero, INIA La Estanzuela.
3- Unidad Académica Salud de Rumiantes, Facultad de Veterinaria, Udelar, Uruguay.
4- Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC).
5- Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología, INIA La Estanzuela.
* Autores de correspondencia: ines_casaretto@hotmail.com; dcaffarena@inia.org.uy

RESUMEN

La crianza de terneros es una etapa crítica del sistema lechero que requiere registros sistemáticos para orientar la toma de decisiones. En Uruguay, la mortalidad predesleche es alta (15,2%) lo que deja en evidencia la existencia de oportunidades de mejora en la gestión de la información para prevenir estas pérdidas. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las prácticas de registro de información en sistemas de crianza y evaluar la disposición del personal involucrado a adoptar herramientas digitales para tales registros. Se realizó un estudio descriptivo transversal no probabilístico por conveniencia mediante encuestas online. Se obtuvieron 101 respuestas de productores/administradores (54,5%), asesores veterinarios (28,7%) y operarios de crianza (16,8%), distribuidos en 10 departamentos. Aunque todos reconocieron la importancia del registro, el 20,4% no los realizaba sistemáticamente. Predominó el uso combinado de registros mediante papel+digital (52,6%) y en papel (32%), con bajo uso de software (10,3%). El 70,3% mostró disposición a incorporar herramientas digitales. Se concluye que existen fallas en la sistematización de registro y el análisis de datos, pero también condiciones favorables para el desarrollo de soluciones digitales para la gestión de la crianza.

SUMMARY

Calf rearing is a critical stage in dairy production systems and requires systematic record keeping to support decision-making. In Uruguay, pre-weaning mortality is high (15.2%), highlighting opportunities to improve information management to prevent these losses. The objective of this study was to characterize information recording practices in calf-rearing systems and to assess the willingness of involved personnel to adopt digital tools for record keeping. A non-probabilistic, cross-sectional descriptive study was conducted using online surveys. A total of 101 responses were obtained from producers/managers (54.5%), veterinary advisors (28.7%), and calf-rearing workers (16.8%), distributed across 10 departments. Although all respondents recognized the importance of record keeping, 20.4% did not perform it systematically. The combined use of paper and digital records predominated (52.6%), followed by paper records (32%), while the use of software was low (10.3%). Additionally, 70.3% expressed willingness to adopt digital tools. The results indicate failures in the systematization of record keeping and data analysis, but also favorable conditions for the development of digital solutions for calf-rearing management.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la producción lechera es considerada una actividad demandante con largas jornadas de trabajo, rutinas constantes, exposición a condiciones climáticas adversas y una fuerte dependencia de mano de obra diaria, especialmente en las etapas más intensivas del sistema productivo (Lunner Kolstrup et al., 2013). Dentro de este sistema, la crianza de terneros representa uno de los eslabones más exigentes en términos de tiempo, organización y responsabilidad. Diversos estudios han señalado que la complejidad operativa y la intensidad de trabajo en esta etapa pueden convertirse en un factor limitante para la eficiencia del sistema y para la permanencia de los recursos humanos en la actividad lechera (Hogan et al., 2022).

Asimismo, la disponibilidad de registros confiables y sistemáticos es una condición necesaria para evaluar el desempeño de la crianza, detectar desviaciones, tomar decisiones y realizar intervenciones oportunas. A nivel nacional, se ha estimado una mortalidad entre el naci-

miento y el desleche de 15,2% (Schild et al., 2020), evidenciando fallas en distintos componentes del sistema de crianza y la necesidad de mejorar las prácticas de manejo y el registro y seguimiento de la información.

En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar las prácticas actuales de registro de información en los sistemas de crianza de terneros lecheros en Uruguay y explorar la disposición de los actores del sector a adoptar herramientas digitales para su gestión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, transversal, mediante encuesta online durante los meses de junio y julio de 2025. Se diseñaron 3 cuestionarios digitales (Google Forms) diferentes, orientados a 3 públicos objetivos: 1- productores y/o administradores, 2- asesores veterinarios, y 3- operarios de crianza. Los cuestionarios incluyeron preguntas cerradas (múltiple opción, de selección única o preguntas dicotómicas) y preguntas abiertas de respuesta corta adaptadas a cada público objetivo con el fin de caracterizar el perfil demográfico, ubicación geográfica, estructura productiva del establecimiento, sistema de crianza, prácticas de manejo y modalidades de registro de información. La validación del contenido fue realizada por técnicos de INIA, UTEC y Facultad de Veterinaria.

La difusión se realizó mediante redes institucionales, centros médicos veterinarios, cooperativas, asociaciones de productores y medios radiales agropecuarios, mediante un método no probabilístico por conveniencia.

Para los resultados se efectuó un análisis descriptivo de los datos, calculando frecuencias absolutas (n) y relativas (%) con el objetivo de caracterizar la distribución de las variables evaluadas.

La encuesta fue ejecutada con fines académicos por lo que no se recabó información personal y la participación fue voluntaria y anónima.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización demográfica y territorial de la muestra

Se obtuvieron un total de 101 respuestas de las cuales el 54,5% fueron de productores/administradores, 28,7% de veterinarios asesores y 16,8% de responsables de crianza.

Con respecto al género, el 64% de los encuestados fue masculino y el 36% restante fue femenino. Dentro del grupo de asesores veterinarios, la distribución fue equitativa (52% masculino y 48% femenino), mientras que predominó el género masculino entre los productores/administradores (71%) y entre los operarios de las crianzas (65%). Esta distribución resulta relevante en el contexto de la creciente participación femenina en el sector agropecuario (INALE, 2023).

Las respuestas provinieron de 10 departamentos: Colonia (41,5%), San José (14,9%), Soriano (13,8%), Florida (11,8%), Canelones (7%), Flores (4%), Río Negro (3%), Paysandú (2%), Durazno (1%) y Montevideo (1%). La mayor representación de los departamentos de Colonia y San José coincide con la concentración de ganado lechero en el país (DICOSE, 2024) así como también es parte del área de influencia de INIA La Estanzuela. Sin embargo, la participación de encuestados en departamentos del litoral y centro del país permite captar diversidad territorial dentro de los sistemas lecheros.

En cuanto a la edad, predominó el rango de entre 32 y 45 años (50,5%), seguido de 46-60 años (24,7%), 18-31 años (18,8%) y más de 60 años (6%). El 69,3% corresponde a las generaciones Y y Z, cohortes asociadas con una mayor familiaridad con entornos digitales (Prensky, 2001).

Caracterización productiva de los establecimientos

El 95% de los encuestados indicó que remitía la leche a una planta industrializadora, similar a la situación nacional (INALE, 2024). Un 3% elaboraba queso en el predio y un 2% combinaba ambos destinos.

En cuanto a la cantidad de partos promedio anuales, el 38,6% reportó tener 100- 250 partos, 27,7% menos de 100 partos, 17,8% más de 500 partos, y 15,8% 250-500 partos. Aunque estos datos reflejan la heterogeneidad de los sistemas lecheros uruguayos coinciden con datos nacionales en donde los establecimientos lecheros promedio tienen 141 vacas en ordeñe con 18 litros de producción individual en 220 hectáreas (INALE, 2024). Esa heterogeneidad de los sistemas exige generar herramientas aplicables a diferentes sistemas y formas de producción.

Respecto a la crianza de terneros, el sistema mixto (fase individual seguida de colectiva) fue el más frecuente (33,7%). La segunda opción más reportada (28,6%) fue la crianza colectiva a cielo abierto.

El 33,6% de los encuestados reportó que cría la totalidad de hembras nacidas en el establecimiento, mientras que 31,7% cría todas las hembras nacidas y algunos machos. En lo que respecta al destino de los machos que no son criados en el predio, la mayoría (85,5%) los vende.

Prácticas de registro

Si bien todos los encuestados reconocen la importancia de contar con la información, no todos la registran sistemáticamente. El 20,4% de los encuestados no llevaba registros, siendo el principal argumento la falta de hábito (65%), la falta de tiempo (17,4%) y desconocimiento sobre qué registrar (17,4%). Este porcentaje no ha variado de lo reportado por Schild et al. (2020), lo que sugiere que debe contarse con otras herramientas que faciliten la implementación.

Entre quienes registran (n=78), predomina el uso combinado de papel y soporte digital, seguido por registro en papel (Tabla 1). El uso de software específico fue bajo y no se identificaron aplicaciones dedicadas exclusivamente a la gestión integral de la crianza.

Disposición a adoptar herramientas digitales

El 70,3% manifestó disposición a utilizar una herramienta digital. Esto es consistente con la tendencia mundial de la adopción de tecnologías en el entorno agropecuario en la última década. El 100% de los asesores encuestados coincidieron en que utilizarían los registros para realizar una toma de decisiones más consciente sobre el sistema que asesoran, lo que destaca la figura del asesor como un aliado estratégico en la adopción de tecnologías en los establecimientos.

Las funcionalidades más valoradas fueron: cálculo automático de indicadores, sistema de alertas, uso en dispositivos móviles y funcionamiento *offline*; estas características están alineadas con el entorno productivo en donde es frecuente la conectividad limitada, un tiempo reducido para el ingreso de los datos y la necesidad de retroalimentación inmediata.

CONCLUSIONES

Aunque existe consenso sobre la importancia del registro de información en la crianza de terneros en Uruguay, una proporción relevante de establecimientos no realiza registros; Una proporción relevante de establecimientos no realiza registros y, entre quienes lo hacen, predominan modalidades híbridas, con bajo uso de herramientas específicas, lo que limita la toma de decisiones basada en datos. Sin embargo, la alta disposición a adoptar herramientas digitales genera un contexto favorable para el desarrollo de una aplicación simple y específica que optimice la gestión y los resultados productivos y sanitarios del sector.

Trabajo realizado en el marco de un proyecto de maestría titulado *"Diseño, desarrollo y evaluación de una aplicación para dispositivos móviles para el registro y análisis de datos en la gestión de crianzas de terneros lecheros"*, financiado por DRT-18 INIA LE y beca ANII 178591.

Tabla 1. Modalidad de registro de la información en la crianza según perfil del encuestado.

Modalidad de registro	Productores	Asesores	Operarios	Total n (%)
Papel + digital, n (%)	22 (55,0)	16 (66,7)	3 (21,4)	41 (52,6)
Solo papel, n (%)	13 (32,5)	4 (16,7)	8 (57,1)	25 (32,0)
Software específico, n (%)	4 (10,0)	2 (8,3)	2 (14,3)	8 (10,3)
Planilla Excel, n (%)	1 (2,5)	2 (8,3)	1 (7,1)	4 (5,1)
Total n (%)	40 (100)	24 (100)	14 (100)	78 (100)

La modalidad papel+digital fue más frecuente entre productores y asesores, mientras que los responsables directos de crianza presentaron mayor proporción de registro exclusivamente en papel, lo que podría reflejar limitaciones operativas como ser la pérdida de información (proclive a mojarse, ensuciarse, entre otros). Los sistemas híbridos implican doble ingreso de información y potenciales errores de transcripción. Entre quienes utilizaban este sistema, el 63,4% usaba Excel (digital) y un porcentaje menor software de gestión lechera que contaban con una sección para registrar alguna información de la crianza de terneros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DICOSE, 2024. Declaración Jurada Anual de Existencias 2023-2024.

Hogan C, Kinsella J, O'Brien B, Markey A, Beecher M. Estimating the effect of different work practices and technologies on labor efficiency within pasture-based dairy systems. J Dairy Sci. 2022;105(6):5109-5123.

INALE, 2024. Instituto Nacional de la Leche "Situación 2023 y perspectivas 2024 de la lechería uruguaya". Mayo. Informes INALE N° 24.

INALE, 2023. Instituto Nacional de la Leche "Las mujeres en la lechería uruguaya". Análisis del sector primario en base a las encuestas lecheras 2014 y 2019.

Lunner Kolstrup C, Kallioniemi M, Lundqvist P, Kymäläinen HR, Stallones L, Brumby S. International perspectives on psychosocial working conditions, mental health, and stress of dairy farm operators. J. Agromedicine. 2013; 18, 244–255.

Prensky M. 2001. Digital Natives, Digital Immigrants. MCB University Press.

Schild CO, Caffarena RD, Gil A, Sánchez J, Riet-Correa F, Giannitt, F. A survey of management practices that influence calf welfare and estimating the annual calf mortality risk in pastured dairy herds in Uruguay. J. Dairy Sci. 2020; 103(10):9418-9429.

IR AL INDICE

INDICADORES DE SALUD DE UBRE DE LA UNIDAD DE LECHERÍA DE INIA LA ESTANZUELA: primeros años de reporte

Jéssica Tatiana Morales Piñeyrúa[1]*, Elena de Torres[2]

1- Sistema lechero, INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay
2- Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo, Uruguay
* jmorales@inia.org.uy

RESUMEN

Por medio de un reporte con formato y lenguaje sencillo, las personas que trabajan en lechería pueden conocer cómo son los indicadores sobre salud de ubre de los tambos de INIA. A partir de los datos de diagnóstico de mastitis clínica (MC) y recuento de células somáticas (RCS) del tambo convencional de INIA, se analizó la evolución durante los años 2023-2025 de los siguientes indicadores: RCS del tanque, incidencia y prevalencia de MC, y % de vacas con RCS individual ≤200.000 cels/ml (sin mastitis subclínica). Se observó la presencia de estacionalidad (variación entre meses) en todos los indicadores evaluados, siendo el RCS de tanque, la incidencia de MC y el % de animales sin mastitis subclínica los de mayores variaciones entre meses. También se detectó variabilidad entre años del RCS en tanque y de la prevalencia de MC, siendo menor los valores en el año 2023 comparado con 2025. Debemos tener en cuenta que se analizó un solo tambo, por lo tanto, los resultados son descriptivos, y no comparables con otros tambos. Un programa de monitoreo de salud bien implementado puede identificar tempranamente casos y causas de la aparición de mastitis, permitiendo intervenciones rápidas y efectivas.

SUMMARY

Udder health indicators of INIA's dairy farms are reported monthly in a simple format and language to dairy workers. Analysis of the evolution of indicators—bulk tank somatic cell count (SCC), prevalence and incidence of clinical mastitis (CM), and percentage of cows with SCC≤200.000 cel/ml (without subclinical mastitis)-during the 2023-2025 period in INIA's conventional dairy farm shows that all exhibit seasonality, with values varying between months of the year. The indicators with the greatest monthly variations were bulk tank SCC, incidence of CM and the percentage of animals without subclinical mastitis. There was also year-on-year variation in bulk tank SCC and CM prevalence, with lower values in 2023 compared to 2025. It is important to note that only one dairy farm was analyzed; therefore, the results are descriptive and not directly comparable with other farms. A well-implemented health monitoring program can identify cases and causes of mastitis early, allowing for rapid and effective interventions.

INTRODUCCIÓN

En Uruguay, como en otras partes del mundo, la enfermedad de mayor prevalencia que afecta el bienestar animal y la economía en los sistemas lecheros es la mastitis. Tener indicadores que nos ayuden a identificar los factores de riesgo presentes en el tambo es necesario para el control de esta enfermedad, permitiendo una mejor prevención y tratamiento. Desde el año 2015, en la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela hemos estado implementando un Programa de Control de Mastitis, a cargo de un equipo de trabajo interinstitucional (Facultad de Veterinaria, GEA, INIA) y multidisciplinario. La intención es mejorar y sistematizar los registros y el proceso de toma de decisiones en relación al control de mastitis, asegurando la calidad sanitaria en el tambo (de Torres et al., 2016). La información generada por este grupo en los dos tambos de INIA es difundida a través de un reporte sencillo y práctico que se comparte mensualmente, desde 2023, a través de Instagram (@lecheriainiauy), Facebook (lecheríaINIAUruguay), página web de INIA y WhatsApp, alcanzando a diversos grupos de interés: veterinario/as, agrónomo/as, técnico/as agropecuarios, productores/as y estudiantes. En 2024 evaluamos el alcance de dichos reportes, observándose que las personas que nos siguen en el Instagram muestran un aumento del interés por el posteo de los mismos, siendo aprox. 4500 personas las que han visto estos reportes hasta la fecha (Morales et al., 2024). El objetivo de este trabajo es presentar la evolución durante 3 años de los indicadores de salud de ubre del tambo convencional de INIA La Estanzuela.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

En la Unidad de lechería de INIA se aplica desde hace 10 años un protocolo de gestión de salud de ubre (http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6381/1/Sistema-de-gestion-para-el-control-y-prevencion-masti-

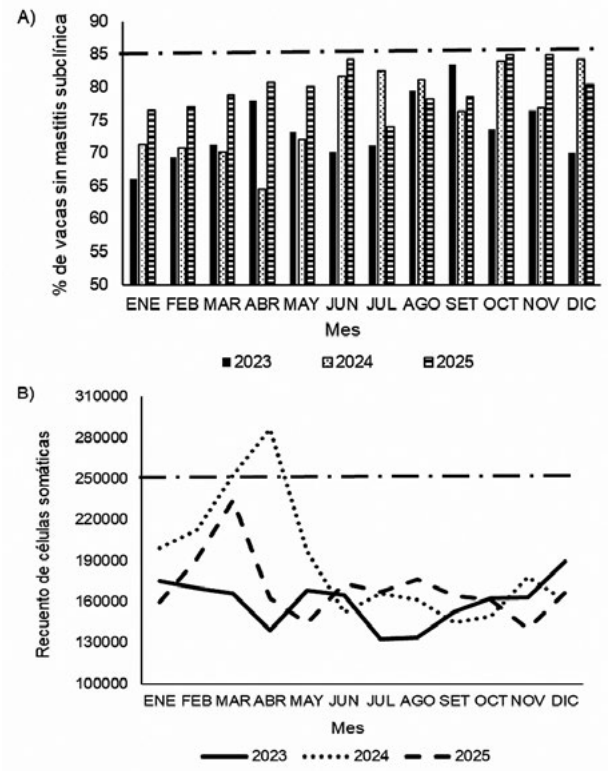


Fig. 1. A) Porcentaje de vacas Holando sin mastitis subclínica (recuento de células somáticas ≤200 mil) y B) Recuento células somáticas del tanque de leche, mensuales de los años 2023, 2024 y 2025. La línea entrecortada marca el objetivo propuesto para el tambo convencional de INIA La Estanzuela.

tis.-2016.pd) que incluye registros de todos los casos de mastitis clínica (MC) diagnosticados en el tambo convencional, los tratamientos realizados, y los recuentos de células somáticas (RCS) individuales y de tanque. Con esta información se calculan los indicadores que se reportan mensualmente; en este trabajo analizamos el recuento celular de la leche mezcla (valor proveniente del análisis de la leche del tanque realizado por la empresa industrializadora); el porcentaje de vacas que se enferman de MC mensual/promedio de vacas en ordeñe del mes, tanto los primeros casos en la lactancia (incidencia de MC) como todos los casos (prevalencia); y el porcentaje de vacas sin mastitis subclínica/promedio de vacas en ordeño del mes. Las vacas sin mastitis subclínica fueron definidas como vacas con RCS individual ≤200.000 cels/ml (Dohoo and Leslie, 1991). Analizamos los distintos indicadores en función del año (2023, 2024, 2025), modelando mediante funciones trigonométricas (seno y coseno) para capturar patrones cíclicos intra-anuales (entre meses) a través de un modelo generalizado mixto (año de referencia: 2025). Se consideró diferencia estadística un P≤0,05. El RCS del tanque varió entre años (P=0,03), con un promedio de 157.405 (2023), 188.529 (2024) y 170.186 (2025) cels/

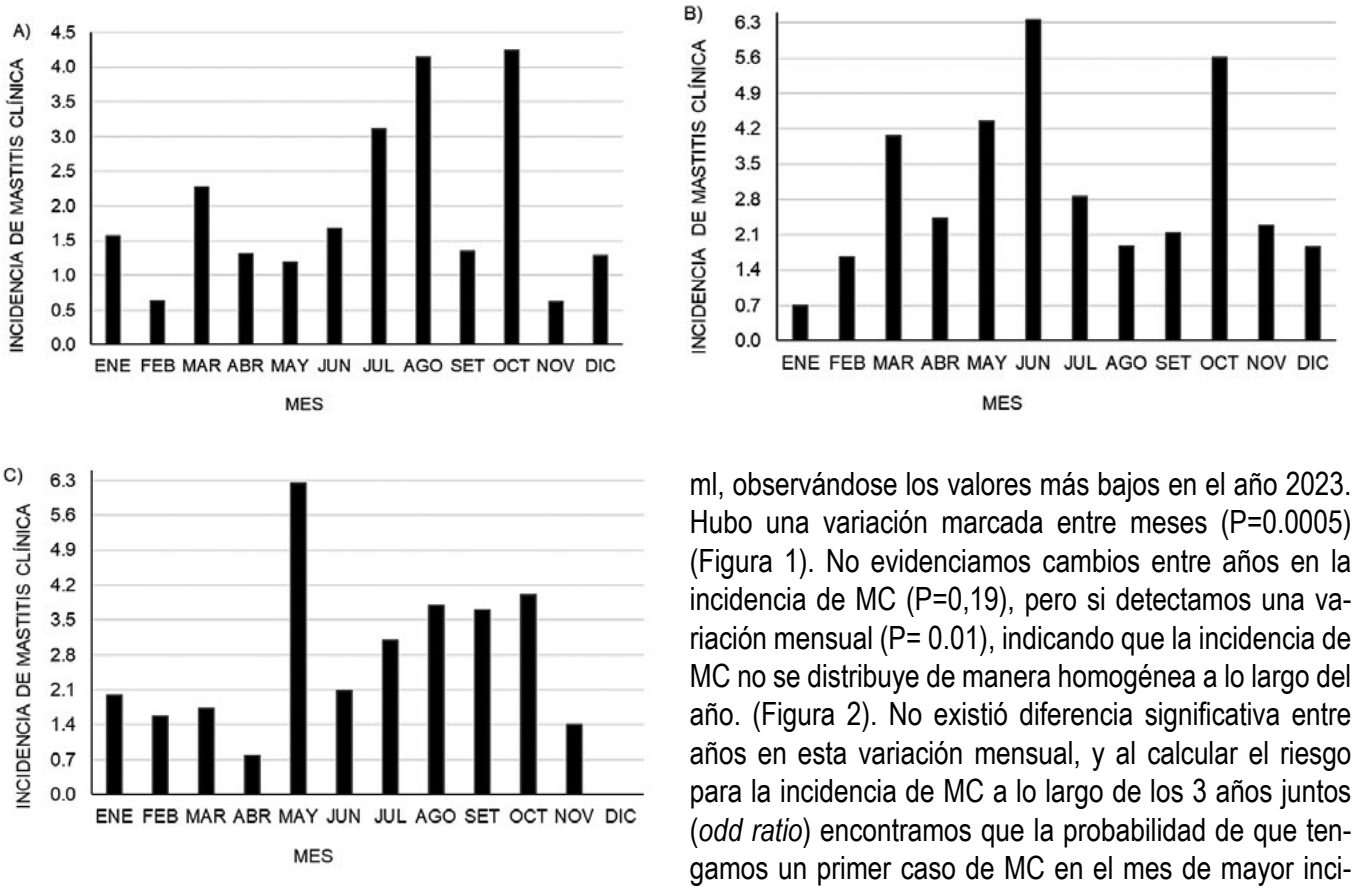


Fig. 2. Distribución de la incidencia de mastitis clínica de vacas Holando en un sistema de ordeñe convencional de los años A) 2023, B) 2024, C) 2025.

ml, observándose los valores más bajos en el año 2023. Hubo una variación marcada entre meses (P=0.0005) (Figura 1). No evidenciamos cambios entre años en la incidencia de MC (P=0,19), pero si detectamos una variación mensual (P= 0.01), indicando que la incidencia de MC no se distribuye de manera homogénea a lo largo del año. (Figura 2). No existió diferencia significativa entre años en esta variación mensual, y al calcular el riesgo para la incidencia de MC a lo largo de los 3 años juntos (*odd ratio*) encontramos que la probabilidad de que tengamos un primer caso de MC en el mes de mayor incidencia (mayo-junio) es 8,6 veces más que en el mes de menor incidencia (rango de incidencia de MC mensual:

0,0-6,3%). Para la prevalencia de MC hubo variación interanual significativa (P=0,04) y también un patrón mensual. (P=0,05). En 2023, la prevalencia de mastitis fue en promedio 1,8% menor que en 2025, siendo el 2025 el año con mayor valor de MC (rango 2,5-7,0%). La fluctuación de la prevalencia de MC fue moderada entre los meses (± 0.84%) con el 52,7% de los meses (19/36) por encima del 5% (nuestro objetivo), sin embargo, el valor máximo alcanzado fue del 7%. El % de vacas sin mastitis subclínica fue en promedio de 74,6% (2023), 76,3% (2024) y 79,9% (2025) sin efecto del año (P=0,20) pero sí con un patrón mensual marcado (P=0,01). (Figura 1).

DISCUSIÓN

La prevalencia de MC y el RCS de tanque mostraron diferencias significativas entre años, lo que epidemiológicamente sugiere que pudo haber cambios en la presión de infección (ya que la gestión del control de mastitis fue igual en todos los años). La variación mensual del RCS del tanque fue considerada de relativo valor considerando los bajos niveles del mismo. El % de vacas sin mastitis subclínica no ha variado significativamente entre años, representando cierto control del proceso a pesar de no haber alcanzado el objetivo para nuestro rodeo del 85%. Debemos considerar, en relación a estos resultados, la alta prevalencia en el tambo de *Staphylococcus aureus,* un microorganismo predominantemente contagioso, con alta tendencia a la cronicidad y con bajo porcentaje de curación. La variación entre meses en la incidencia y prevalencia de MC y en el % de vacas sin mastitis subclínica, muestra la compleja interacción entre factores ambientales y del animal en la epidemiología de la mastitis, con factores como el estrés térmico, la calidad de la pastura y el barro que toman relevancia en sistemas lecheros pastoriles (Olde Riekerink, 2007; Polsky & von Keyserlingk, 2017). Por tanto, es imprescindible un continuo monitoreo de los factores de riesgo. La dinámica de la enfermedad parece estar más influenciada por factores estacionales estructurales que por persistencia temporal de brotes, reflejando que en el tambo hay un buen control con diagnóstico de casos clínicos, resolución rápida de eventos, y baja persistencia de brotes epidémicos prolongados.

CONCLUSIONES

El análisis de los indicadores por parte del equipo nos permite monitorear a partir de registros actualizados, confiables y objetivos claros la salud de la ubre. De acuerdo a nuestros resultados, son claras las diferencias entre años y variaciones mensuales, lo que nos muestra la importancia del análisis continuo de los factores de riesgo ambientales, de manejo y de los animales para la toma de decisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De Torres, E., Fariña, S., Hirigoyen, D., López, T., Martínez, R., Morales, T., Peña Mosca, F., Pla, M., Torres, I., Viana, H. (2016). Sistema de gestión para el control y prevención de mastitis. http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6381/1/Sistema-de-gestion-para-el-control-y-prevencion-mastitis.-2016.pd

Dohoo, I. R., and K. E. Leslie. 1991. Evaluation of changes in somatic cell counts as indicators of new intramammary infections. Prev. Vet. Med. 10:225.6.

García, M.J., Restaino, E. (2025). Desafíos y soluciones para una lechería sostenible. Porteras abiertas en lechería 2025. Revista INIA Uruguay, 83:87-88.

Morales T., Baraibar N., Betancor L., de Torres E., Torres I., Pla M., Vidal E., Urioste V., Negrín, Gómez A. 2024. Salud de la ubre: acercando la Unidad de Lechería de INIA a técnico/as y productore/as. Revista INIA Uruguay, 76:16-18.

Olde Riekerink R.G.M., Barkema H.W., Stryhn H. (2007). The effect of season on somatic cell count and the incidence of clinical mastitis. J. Dairy Sci. 90(4):1704-1715.

Polsky, L., von Keyserlingk, M.A.G. (2017). Effects of heat stress on dairy cattle welfare. J. Dairy Sci. 100:8645-8657.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

INFLUENCIA DEL SCORE DEL TRACTO REPRODUCTIVO (4 VS. 5) SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN VAQUILLONAS SOMETIDAS A UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO

Rodríguez Sabarrós, M[1]*.; Espasandín, A[2].; Sanguinetti A.[3]; de Nava, G[3].

1- Cenur Litoral Norte, Facultad de Veterinaria. Universidad de la República.
2- Facultad de Agronomía, 3 Ejercicio liberal
* msabarros@gmail.com

RESUMEN

El desarrollo fisiológico de las vaquillonas de remplazo es un factor clave que condiciona el desempeño reproductivo. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del score del tracto reproductivo (STR), determinado previo a la sincronización, sobre las tasas de preñez en vaquillonas británicas cíclicas sometidas a un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). El ensayo se realizó en un establecimiento comercial de Tacuarembó, Uruguay, con 850 vaquillonas británicas y sus cruzas de aproximadamente 24 meses de edad clasificadas con STR 4 o 5, sometidas a un protocolo de IATF sin estrógenos y utilizando semen fresco refrigerado. La tasa de preñez se evaluó como variable binaria y el efecto del STR se analizó mediante chi cuadrado y Odds Ratio (OR). La tasa global de preñez a la IATF fue de 62,2%, sin diferencias significativas por grupo racial, ni por toro. Las vaquillonas con STR 5, obtuvieron una tasa de preñez significativamente superior a las de STR 4 (66,3% vs. 57,4%; p=0,009), con una probabilidad de preñez 1,46 veces mayor. Estos resultados sugieren que el STR podría ser una herramienta útil para predecir la respuesta reproductiva y mejorar la eficiencia de los programas de IATF en vaquillonas ciclando.

SUMMARY

The physiological development of replacement heifers is a key factor influencing reproductive performance. The aim of this study was to evaluate the effect of reproductive tract score (RTS), assessed prior to synchronization, on pregnancy rates in cyclic beef heifers subjected to a fixed-time artificial insemination (FTAI) program. The trial was conducted in a commercial farm in Tacuarembó, Uruguay, including 850 British breed heifers and their crosses, approximately 24 months old, classified as RTS 4 or 5. Animals were subjected to an estrogen-free FTAI protocol using fresh cooled semen. Pregnancy rate was analyzed as a binary variable, and the effect of RTS was evaluated using chi-square test and Odds Ratio (OR). Overall pregnancy rate was 62.2%, with no significant differences among breed groups or bulls. Heifers with RTS 5 showed a significantly higher pregnancy rate than those with RTS 4 (66.3% vs. 57.4%; p=0.009), with 1.46 times higher odds of pregnancy. These results suggest that RTS could be a useful tool to predict reproductive performance and improve the efficiency of FTAI programs in cycling heifers.

INTRODUCCIÓN

El registro de la edad a la pubertad es complejo en sistemas extensivos, por lo que se han desarrollado métodos indirectos para estimar el grado de madurez sexual. Para evaluar el desarrollo genital y mejorar la selección de vaquillonas se ha descripto como metodología el score del tracto reproductivo (STR) (Andersen et al. 1991). Esta evaluación, realizada previo al inicio de la estación reproductiva mediante palpación o ecografía, permite clasificar las vaquillonas según el status de útero, cuernos uterinos y ovarios a efectos de prever su desempeño reproductivo posterior. Utiliza una escala del 1 al 5 donde el score 1 y 2 corresponden a tractos inmaduros, el score 3 es un estado de transición y el 4 y 5 corresponden a animales cíclicos. (Tabla I)

El STR representa una medida objetiva del momento de la pubertad (Andersen et al. 1991, Gutiérrez et al. 2014, Holm et al. 2014, Pence et al. 2007, Rosenkrans y Hardin, 2003, Kasimanickam, et al. 2020). El STR es una herramienta valiosa que permite clasificar las vaquillonas de acuerdo a su desarrollo genital, haciendo presión en precocidad sexual de las hembras. Esta característica es difícil de registrar, y está asociada en forma directa a mayores porcentajes de preñez y mejor respuesta a la sincronización (Andersen et al. 1991, Martin et al. 1992, Holm et al. 2009), siendo un buen predictor de la vida productiva de la hembra (Gutiérrez, 2014, Holm et al. 2015).

Se ha reportado en STR una heredabilidad de 0,32 (Andersen et al. 1991).

El objetivo del presente trabajo fue analizar la influencia del STR previo a la sincronización, sobre las tasas de preñez de vaquillonas británicas (Aberdeen Angus, Hereford y sus cruzas) clasificadas como cíclicas y sometidas a un programa de IATF en condiciones de producción comercial del Uruguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue observacional prospectivo, abarcando un período de noviembre del 2021 a enero del 2022, desarrollándose en un establecimiento comercial del departamento de Tacuarembó, Uruguay. Se trabajó con 850 vaquillonas cíclicas (STR 4 o 5), de aproximadamente 24 meses, racialmente compuestas por Aberdeen Angus (n=495), Hereford (n=20), y sus cruzas (n=335), manejadas en conjunto sobre campo natural en un sistema de pastoreo no selectivo. El día previo al inicio del protocolo de IATF (día -10) se registró el STR por un único operador.

El protocolo de IATF utilizado fue el alternativo sin el uso de estrógenos, descripto por de Nava (2021). En el día -9 se colocaron dispositivos intravaginales con 0,6g de progesterona (Diprogest 600®, Laboratorio Zoovet), se les administra 8µg de acetato de buserelina i/m (Buserelina®, Laboratorio Zoovet). Las vaquillonas a inseminar se dividieron al azar en 2 lotes de inseminación. El retiro de los dispositivos intravaginales y una inyección de 0,15 mg de cloprostenol i/m (Ciclar®, Laboratorio Zoovet), se llevó a cabo en la mañana y en la tarde del día -3 en el lote de IATF 1 y 2, respectivamente. La IATF y una inyección de 8 µg de acetato de buserelina (Buserelina®, Laboratorio Zoovet) se concretó en la tarde del día 0 y en la mañana del día 1 para el lote 1 y 2 respectivamente. Para la inseminación se utilizó semen fresco refrigerado, de 5 toros pertenecientes al establecimiento, colectados entre 12 y 48 hs antes del servicio. Se usó un diluyente a base de leche (Olivera et al. 2011), los eyaculados fueron evaluados con un microscopio de contraste de fase previo a la dilución. Solamente fueron utilizados si tenían al menos 70% de porcentaje de vivos y menos de un 11% de espermatozoides anormales. El semen fue envasado en pajuelas para semen fresco de 0,25ml (IMV® Technologies), con una dosis inseminante ≥ 20 millones, enfriado y mantenido a 5°C hasta el momento del servicio. El servicio fue realizado por un único inseminador.

El diagnóstico de gestación se realizó el día 35 mediante ultrasonografía (IScan®, Draminski).

La tasa de preñez se evaluó como variable binaria y el efecto de STR se analizó mediante test de chi cuadrado utilizando el paquete PAST4 (Hammer y Harper, 2001), considerándose la diferencia estadísticamente significativa cuando p<0,05. La asociación entre STR y probabilidad de preñez se expresó mediante odds ratio (OR) y sus respectivos intervalos de confianza al 95% (IC 95%) utilizando el paquete estadístico Epitools (Sergeant, 2018).

Todos los procedimientos realizados en el ensayo fueron aprobados por la CHEA y CEUA (Protocolo 1637).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 50,7% de las vaquillonas presentaban un STR 4 en el día -10 del ensayo, mientras que el 49,3% un STR de 5. La tasa global de preñez a la IATF fue de 62,2%, sin diferencias significativas atribuibles a toros utilizados (p=0,12), ni al grupo racial (Angus: 62,3%, Hereford 65,0%, Cr: 61,0%, p=0,88). Las vaquillonas que tenían un STR de 5, obtuvieron 8,9 puntos porcentuales más de preñez que las que tenían un STR de 4, diferencia que resultó estadísticamente significativa (STR 5= 66,3%, STR 4=57,4%; p=0,009). El OR indica que las vaquillonas con STR 5 tuvieron 1,46 veces más probabilidad de preñarse que las de STR 4 (OR: 1,46; IC 95%: 1,10-1,93). Si bien el análisis fue de carácter bivariado, no se observaron diferencias en las tasas de preñez atribuibles al grupo racial ni al toro utilizado en la IATF, lo que sugiere que el

Tabla I: Descripción del Score del tracto reproductivo (STR). Adaptado de Andersen et al. (1991).

		Tamaño aproximado			Ovarios
STR	Cuernos uterinos	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)	Estructuras ovario
1	Inmaduro < 20 mm diámetro, sin tono	15	10	8	Sin folículos palpables
2	20-25 mm diámetro, sin tono	18	12	10	Folículos de 8 mm
3	25-30 mm diámetro, tono leve.	22	15	10	Folículos de 8-10 mm
4	30 mm diámetro, buen tono	30	16	12	Folículos de >10 mm. Cuerpo lúteo posible
5	> 30 mm diámetro, buen tono	32	20	15	Folículos >10 mm. Cuerpo lúteo presente

Nota: Score 4 y 5 corresponden a animales ciclando

efecto observado se encuentra principalmente asociado al grado de desarrollo del STR. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado previamente por Gutierrez et al. (2014), quienes también encontraron mejores tasas de preñez a la IATF en las vaquillonas con STR 5.

Los resultados del presente estudio señalan que la evaluación del STR en vaquillonas ciclando (STR 4 vs. 5) permite identificar vaquillonas con mejores respuestas reproductivas (STR 5). Esta información se puedría utilizar en los programas de IATF asignando el semen más valioso o de toros de los que se quiera dejar más descendencia en las vaquillonas con STR 5. La utilización del STR como criterio de selección previo, podría optimizar los resultados reproductivos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andersen, K. J., LeFever, D. G., Brinks, J. S., & Odde, K. G. (1991). The use of reproductive tract scoring in beef heifers. *Agri-Practice*, 12, 19–23.

de Nava, G. T. (2021). Protocolos de IATF alternativos sin estradiol: resultados de ensayos nacionales. *XLVIII Jornadas Uruguayas de Buiatría*.

Gutierrez, K., Kasimanickam, R., Tibary, A., Gay, J. M., Kastelic, J. P., Hall, J. B., & Whittier, W. D. (2014). Effect of reproductive tract scoring on reproductive efficiency in beef heifers bred by timed insemination and natural service versus only natural service. *Theriogenology*, *81*(7), 918-924.

Hammer, Ø., & Harper, D. A. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 1–9.

Holm, D. E., Thompson, P. N., & Irons, P. C. (2009). The value of reproductive tract scoring as a predictor of fertility and production outcomes in beef heifers. *Journal of Animal Science*, *87*(6), 1934-1940.

Holm, D. E., Nielen, M., Jorritsma, R., Irons, P. C., & Thompson, P. N. (2014). Evaluation of pre-breeding reproductive tract scoring as a predictor of long term reproductive performance in beef heifers. *Preventive Veterinary Medicine*, *118*(1), 56-63.

Holm, D. E., Nielen, M., Jorritsma, R., Irons, P. C., & Thompson, P. N. (2015). Evaluation of pre-breeding reproductive tract scoring as a predictor of long term reproductive performance in beef heifers. *Preventive Veterinary Medicine*, *118*(1), 56-63.

Kasimanickam, R. K., Kasimanickam, V. R., Oldham, J., & Whitmore, M. (2020). Cyclicity, estrus expression and pregnancy rates in beef heifers with different reproductive tract scores following progesterone supplementation. *Theriogenology*, *145*, 39-47.

Martin, L. C., Brinks, J. S., Bourdon, R. M., & Cundiff, L. V. (1992). Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. *Journal of Animal Science*, *70*(12), 4006-4017.

Olivera Muzante, J., Fierro, S., & Gil, J. (2011). Conception rates in ewes after AI with ram semen preserved in milk–egg yolk extenders supplemented with glycerol. Reproduction in domestic animals, 46(3), 508-512.

Pence, M., Ensley, D., Berghaus, R., Rossi, J., Wilson, T., & Cannon, P. T. (2007). Improving reproductive efficiency through the use of reproductive tract scoring in a group of beef replacement heifers. *The Bovine Practitioner*, 35-40.

Rosenkrans, K. S., & Hardin, D. K. (2003). Repeatability and accuracy of reproductive tract scoring to determine pubertal status in beef heifers. *Theriogenology*, *59*(5-6), 1087-1092.

Sergeant, E. S. G. (2018). *Epitools epidemiological calculators*. Retrieved from https://epitools.ausvet.com.au/

IR AL INDICE

EFECTO DEL ÁCIDO OLEICO SOBRE LA MOTILIDAD ESPERMÁTICA DURANTE LA CRIOPRESERVACIÓN DE SEMEN BOVINO: datos preliminares

Larissa Weide*, Fábio Gallas Leivas [1], Maria Victoria Pons, Jorge Gil[2], Claudia Amorim[1], Maria Eduarda de Araújo[1], Willian Kroll[1], Yasmim de Oliveira[1], Marcelo Maydana[1], João Lucas Damasceno[1], Vanessa de Barros[1], Amir Yasin[1], Gabriela Bitencourt[1], Karine de Mattos[3], Daniela Brum[1].

1- Laboratório de Biotecnologia da Reprodução (BIOTECH), Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Uruguaiana, Brasil.
*Autor de correspondencia: larissaweide18@gmail.com
2- Laboratorio de Reproducción Animal "Dr. Alfredo Ferraris", CENUR Litoral Norte, FVET, Uruguay.
3- Massachusetts General Hospital & Harvard Medical School, Boston, Massachusetts, EUA.

RESUMEN

El estrés oxidativo durante la criopreservación del semen puede afectar la motilidad y la viabilidad espermática en bovinos. Este estudio evaluó el efecto del ácido oleico, un antioxidante derivado de la Oliva (*Olea europaea)*, añadido al diluyente seminal durante la criopreservación. El semen de tres toros Braford fue sometido a *pooling* y tratado con diferentes concentraciones de ácido oleico (0–5 mM), incluyendo un control de vehículo. La motilidad total (MT) y progresiva (MP) se analizaron mediante un sistema computarizado de análisis seminal. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para MT (P=0,12) ni para MP (P=0,36). Aunque no se observó mejora en la motilidad espermática, tampoco se detectaron efectos tóxicos. Se requieren estudios adicionales para evaluar marcadores de estrés oxidativo.

SUMMARY

Oxidative stress during semen cryopreservation can affect sperm motility and viability in cattle. This study evaluated the effect of oleic acid, an antioxidant derived from the Olive (*Olea europaea)*, added to the semen diluent during bovine semen cryopreservation. Semen from three Braford bulls was pooled and treated with different concentrations of oleic acid (0–5 mM), including a vehicle control. Total motility (TM) and progressive motility (PM) were analyzed using a computerized semen analysis system. No significant differences were observed between treatments for TM (P=0.1216) or PM (P=0.3627). Although no improvement in sperm motility was observed, no toxic effects were detected either. Additional studies evaluating oxidative stress markers are needed to clarify the antioxidant role of oleic acid.

INTRODUCCIÓN

En el Mercosur, la comercialización de semen bovino involucra millones de dosis anualmente, siendo Brasil responsable de la mayor parte de este volumen, lo que refuerza su papel estratégico en el suministro de material genético para la ganadería regional (ANDRADE et al., 2024). La ampliación de su uso en los programas reproductivos fue posible gracias al desarrollo de métodos de conservación del material genético por períodos indeterminados (ANDRADE et al., 2024). Durante el proceso de congelación se producen daños en los espermatozoides, como choque térmico, reorganización de la membrana celular y estrés oxidativo (MAIA; BICUDO, 2009). Asimismo, parámetros como la motilidad y la actividad metabólica disminuyen de forma irreversible (WHITE, 1993). La motilidad total (MT) indica todos los espermatozoides que presentan cualquier tipo de movimiento, independientemente de la dirección, y está estrechamente relacionada con la actividad metabólica y la viabilidad celular; mientras que la motilidad progresiva (MP) contabiliza las células espermáticas con movimiento activo hacia adelante e indica la capacidad funcional para la fertilización (MORTIMER, 1997). El proceso de criopreservación y el metabolismo celular ocasionan la liberación de EROs (Especies Reactivas de Oxígeno), que en altos niveles son responsables de la disminución de la motilidad y de daños en la membrana plasmática y en el ADN. La célula espermática posee una capacidad antioxidante limitada, por lo que los diluyentes comerciales son suplementados con antioxidantes para minimizar estos efectos deletéreos (MAIA; BICUDO, 2009). Los antioxidantes derivados de plantas y semillas oleaginosas son ampliamente utilizados en estudios de reproducción animal, presentan menor toxicidad para las células y han demostrado resultados superiores en comparación con los antioxidantes

sintéticos (ZHONG; ZHOU, 2013). La adición de ácido oleico al diluyente seminal ha mostrado resultados satisfactorios en la criopreservación del semen de carneros (MORTAZAVI; ESLAMI; ARDABILI, 2020) y en el enfriamiento del semen porcino (ZHU et al., 2020). En la especie bovina, su uso ha sido reportado en semen refrigerado (KIERNAN; FAHEY; FAIR, 2013); sin embargo, hasta el momento no se han encontrado datos en la literatura sobre la criopreservación de semen bovino suplementado con ácido oleico. El objetivo de este trabajo es investigar el efecto del ácido oleico, antioxidante derivado del fruto de la oliva, sobre la motilidad espermática en semen bovino añadido al diluyente seminal durante la criopreservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron tres toros Braford de 4 a 5 años provenientes del rebaño de la Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Uruguaiana, considerados aptos para la reproducción tras examen andrológico completo. El semen fue recolectado dos veces por semana (intervalo de 3 días) mediante electroeyaculador automático (Autojac®-Neovet®), según la metodología descrita por Andrews (1967) y Pernas (2023). Tras la colecta, se evaluaron aspecto, motilidad masal e individual, vigor y morfología. Las muestras con aspecto cremoso a lechoso, motilidad masal ≥3, motilidad ≥60% y vigor ≥3, según Chenoweth y Ball (1980), y morfología aprobada de acuerdo con el CBRA (2013), fueron sometidas a pooling con porciones volumétricas iguales de cada toro. Posteriormente, se añadieron los tratamientos: control con el vehículo utilizado (dimetilsulfóxido al 1,5%) (C VEHÍCULO), control solo con diluyente (C BASAL) y concentraciones de ácido oleico de 0,01; 0,1; 0,5; 1,0 y 5,0 mM, denominadas respectivamente OA1, OA2, OA3, OA4 y OA5. El diluyente utilizado fue Triladyl® (Minitube) suplementado con 20% de yema de huevo. Las muestras fueron envasadas en pajuelas de 0,25 mL a una concentración de 80 millones de espermatozoides por dosis. El método de criopreservación empleado se basó en el descrito por Lovelock y Polge (1954), realizando una curva de enfriamiento gradual hasta temperatura ambiente, momento en el que se efectuó el envasado y sellado. Posteriormente, las muestras fueron transferidas a un refrigerador convencional mantenidas a 5 °C durante 3 horas. El proceso de congelamiento se realizó sobre vapores de nitrógeno (N_2) a 4 cm del nivel nitrógeno durante 15 minutos, posteriormente fueron sumergidas en N_2 y almacenadas en un contenedor criogénico hasta su evaluación. Se realizaron cinco réplicas de este procedimiento. Para el análisis post congelación se descongelaron dos pajuelas de cada tratamiento, se sometieron a *pooling* y fueron evaluadas mediante el sistema computarizado de análisis seminal Androvision® (Minitube), obteniéndose los valores de motilidad total (MT, %) y motilidad progresiva (MP, %). Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza de una vía (One-way ANOVA), considerando los tratamientos como factor fijo. Cuando se identificaron diferencias significativas, las medias fueron comparadas mediante la prueba de Dunnett, utilizando el grupo C VEHÍCULO como referencia. La homogeneidad de las varianzas fue verificada mediante las pruebas de Brown-Forsythe y Bartlett con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios de MT para los tratamientos C VEHÍCULO, OA1, OA2, OA3, OA4, OA5 y C BASAL fueron, respectivamente: 28,8; 21,0; 29,1; 31,4; 29,6; 38,2 y 38,0. Para MP fueron, respectivamente: 23,7; 23,4; 23,1; 25,4; 24,5; 32,1 y 31,1. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los tratamientos para MT (P=0,12) ni para MP (P=0,36). La comparación múltiple mediante la prueba de Dunnett tampoco evidenció diferencias estadísticas entre las concentraciones evaluadas. Sin embargo, los valores obtenidos no fueron deletéreos para ninguno de los tratamientos, manteniéndose por encima del 20% en todas las concentraciones evaluadas (Fig.1).

En las condiciones experimentales evaluadas, el ácido oleico no ejerció una acción antioxidante funcional capaz de promover una mejora en la MT y MP. Sin embargo, la viabilidad espermática se mantuvo inalterada en todos los tratamientos, con valores superiores al 20%, lo que indica ausencia de efectos tóxicos sobre las células espermáticas. La ausencia de un patrón dosis-respuesta refuerza la hipótesis de que el compuesto no presentó un efecto biológico consistente sobre la dinámica espermática, como fue observado por Nieuwland, Gadella y Aardema (2024). No obstante, los parámetros evaluados se limitan únicamente a la motilidad y viabilidad espermática y no reflejan directamente la capacidad antioxidante, los niveles de especies reactivas de oxígeno (EROs) ni la capacidad fertilizante de los tratamientos. Por lo tanto, es necesario desarrollar análisis complementarios para esclarecer de manera más amplia el potencial antioxidante del ácido oleico y su aplicabilidad en la criopreservación de semen bovino.

CONCLUSIONES

Se concluye que el ácido oleico, en las condiciones experimentales evaluadas, no promovió una mejora en

la motilidad total ni progresiva de los espermatozoides bovinos. Sin embargo, no se evidenciaron efectos tóxicos sobre las células espermáticas. Considerando el potencial antioxidante descrito para este compuesto, se requieren estudios adicionales que incluyan análisis de estrés oxidativo, actividad antioxidante y funcionalidad espermática para comprobar su papel en la preservación de la calidad seminal de los espermatozoides bovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andrade, A. F. C., Silva, R. J., Pereira, T. S., & Costa, L. M. (2024). Advances in semen evaluation and cryopreservation in bulls. Theriogenology, 203, 57–66.

Andrews, L. G. (1967). Collection of bull semen by electroejaculation for evaluation and storage in the field. Australian Veterinary Journal, 43(11), 490–494.

Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA). (2013). *Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal* (3ª ed.). Belo Horizonte: CBRA.

Chenoweth, P. J., & Ball, L. (1980). Breeding soundness evaluation in bulls. In D. A. Morrow (Ed.), *Current therapy in theriogenology: Diagnosis, treatment and prevention of reproductive diseases in animals* (pp. 330–339). W. B. Saunders.

Kiernan, M., Fahey, A. G., & Fair, S. (2013). The effect of the in vitro supplementation of exogenous long-chain fatty acids on bovine sperm cell function. Reproduction, Fertility and Development, 25(6), 947–954. https://doi.org/10.1071/RD12204

Maia, M. S., & Bicudo, S. D. (2009). Radicais livres, antioxidantes e função espermática em mamíferos: Uma revisão. Revista Brasileira de Reprodução Animal, 33(4), 183–193

Mortazavi, S. H., Eslami, M., & Farrokhi-Ardabili, F. (2020). Comparison of different carrier-compounds and varying concentrations of oleic acid on freezing tolerance of ram spermatozoa in tris-citric acid-egg yolk plasma semen diluent. Animal Reproduction Science, 219, 106533. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2020.106533

Mortimer, D. (1997). A critical review of the physiological importance and analysis of sperm movement in mammals. Human Reproduction Update, 3(5), 403–439.

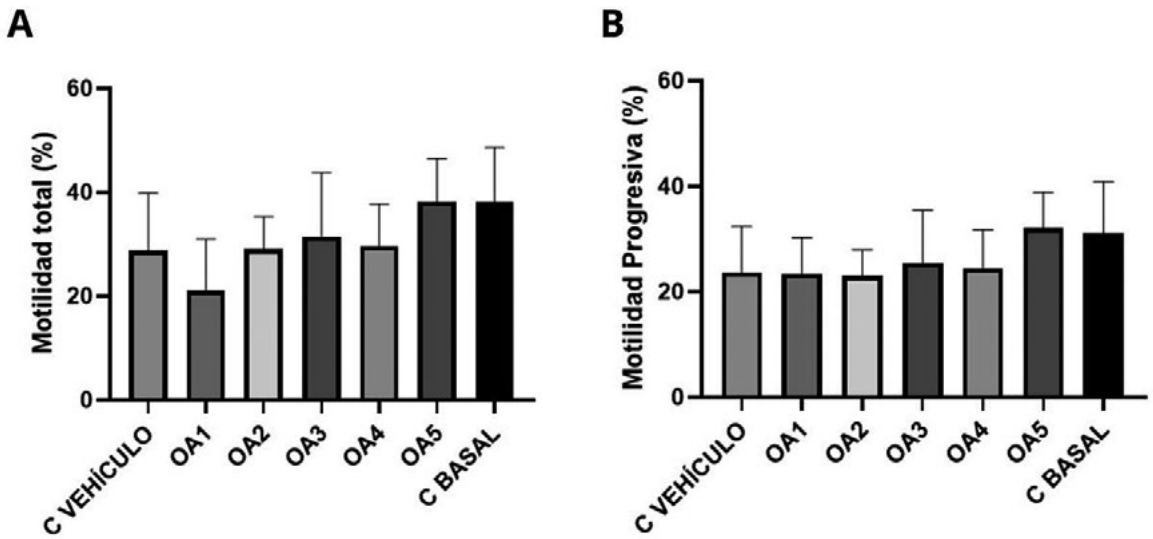
Nieuwland, K., Gadella, B. M., Vos, P. L. A. M., Oei, C. H. Y., & Aardema, H. (2024). Oleic acid dose-dependently compensates for the negative effect of saturated stearic acid on early bovine embryos. Reproduction, Fertility and Development, 37(1). https://doi.org/10.1071/RDv37n1Ab94

Pernas, S., Rodríguez, A., Sánchez, J., & García, P. (2023). Bull semen obtained on beef farms by electroejaculation: Sperm quality in the first two hours of storing with different extenders and holding temperatures. Animals, 13(9), 1561. https://doi.org/10.3390/ani13091561

White, I. G. (1993). Lipids and calcium uptake of sperm in relation to cold shock and preservation: A review. Reproduction, Fertility and Development, 6(5), 639–658.

Zhong, R. Z., & Zhou, D. W. (2013). Oxidative stress and role of natural plant derived antioxidants in animal reproduction. Journal of Integrative Agriculture, 12(10), 1826–1838.

Zhu, Z., Liu, Q., Wang, Y., Li, R., & colaboradores. (2020). Exogenous oleic acid and palmitic acid improve boar sperm motility via enhancing mitochondrial β-oxidation for ATP generation. Animals, 10(4), 591. https://doi.org/10.3390/ani10040591



Los datos se presentan como media ± error estándar de la media (SEM), n = 5.

Figura 1: Valores medios de motilidad total (A) y motilidad progresiva (B) en diferentes concentraciones de ácido oleico.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

CAMINATA SUAVE PREVIO AL EMBARQUE DE NOVILLOS A FAENA - ¿QUÉ EFECTO TIENE EN INDICADORES DE LA CANAL Y FISIOLÓGICOS?

Maria Eugênia A. Canozzi[1]*, Anderson Saravia[1], Vanessa Peripolli[2], Eduardo Pérez[1], Edward Batista[1], Juan Manuel Clariget[1]

1- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental La Estanzuela, Ruta 50 km 11, Colonia 70000, Uruguay
2- Curso de Pós-Graduação em Produção e Sanidade Animal (PGPSA), Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari, Araquari, SC, 89245-000, Brazil
* mecanozzi@inia.org.uy

RESUMEN

El estrés es una consecuencia inevitable del período previo al sacrificio. Fue investigado el efecto de una caminata suave, el día anterior al sacrificio de novillos, sobre la fisiología y la cantidad de canal producida. Durante cinco años, se evaluaron 660 novillos engordados a pasto. Los animales se pesaron individualmente y se asignaron aleatoriamente a uno de dos tratamientos (n = 15/tratamiento): sin (0 km) o con (10 km) caminata. Se consideraron 22 faenas en un diseño de bloques completos al azar. Los novillos caminaron los 10 km a una velocidad promedio de 4,22 km/h en aproximadamente 2h22min. En el establecimiento, el consumo de agua fue el doble para los novillos “10 km” que para los novillos “0 km” (P = 0,005). Luego del sacrificio, no se encontraron diferencias (P > 0,10) en los indicadores de la canal y bioquímicos de estrés en sangre. Una caminata lenta el día previo al sacrificio, a la velocidad y distancia empleadas, generaron pequeños cambios fisiológicos, pero que no comprometieron las características de la canal.

SUMMARY

Stress is an inevitable consequence on the pre-slaughter period. We investigated the effect of a slow walk on steers the day before slaughter on physiology and on carcass quantity. For five years, 660 steers pasture-finished were evaluated. Cattle were individually weighed and randomly allocated to one of two treatments (n= 15 /treatment): without (0 km) and with (10 km) walking. Twenty-two slaughters were considered in a randomized complete block design. Steers walked 10 km at an average speed of 4.22 km/h in approximately 2h22min. On farm, water consumption was double for 10 km steers than for unexercised steers (P= 0.005). After slaughter, no differences (P > 0.10) were found on carcass and on blood biochemical stress indicators. Slow walk on the day before slaughter, at the speed and distance employed, generates small physiological changes, but did not compromise carcass traits.

INTRODUCCIÓN

El manejo de los bovinos en las etapas previas a la faena es de gran importancia debido a los desafíos impuestos a los animales. Las prácticas realizadas, muchas veces desconocidas, empiezan con el manejo en el establecimiento y siguen con la carga, el transporte, la descarga y la espera en los corrales del frigorífico (Warris, 1990; Ferguson y Warner, 2008). Siendo así, el estrés es inevitable en el proceso de trasladar animales del predio al frigorífico.

El incremento del manejo y del movimiento del ganado es sinónimo de una actividad física inusual (= estrés), la cual produce una mayor demanda de nutrientes, estimulada por el aumento de la tasa metabólica del músculo en contracción, induciendo cambios neuroendocrinos y metabólicos (Maurya et al., 2012). Investigaciones del efecto de un ejercicio fue realizada, inicialmente, en humanos (Wasserman et al., 1967) y en animales de laboratorio (Richter et al., 1982). En bovinos, este tipo de estudio es más complejo, consecuencia de su tamaño/peso, categoría y temperamento, siendo la primera publicación hecha en un ambiente controlado, es decir, en una cinta (Hays et al., 1978).

En Uruguay, la producción de ganado vacuno de carne se basa en rebaños bajo sistemas de pastoriles, donde casi 90% del área destinada a la ganadería tiene a productores que promedian más de 850 has/productor (MGAP, 2024). En base a estas características productivas, el movimiento del ganado desde su potrero hasta un lugar de carga, antes del sacrificio, por una distancia considerable, es una realidad. Nuestro objetivo fue evaluar el efecto de una caminata suave previo al embarque de novillos gordos sobre indicadores productivos y fisiológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los métodos y condiciones empleadas concernientes al uso de animales para experimentación fueron aprobados por la Comisión de Ética en el Uso de Ani-

males de Experimentación de INIA (protocolo 2021.1). Debido a las restricciones de entrada a los frigoríficos por la pandemia de coronavirus, el estudio se dividió en dos fases: una de 2020 a 2022 (Fase I) y la otra que comprendió 2023 y 2024 (Fase II).

Durante los meses de noviembre y diciembre, en INIA La Estanzuela, fueron evaluados 660 novillos de razas británicas (Hereford, Aberdeen Angus y sus cruzas), con peso promedio inicial de 547.6 ± 45.80 kg y con edad de dos a tres años. Durante los últimos tres meses, los novillos tuvieron acceso a praderas de Alfalfa + *Dactylis* o Cebadilla + Trébol rojo.

Aproximadamente 48 horas previo a la faena, los animales fueron pesados llenos y sorteados al azar a uno de los dos tratamientos (15 animales/tratamiento): sin (0 km) o con (10 km) caminata. El día anterior a la faena, los animales "10 km" comenzaron la caminata a las ~6 AM, y el ganado "0 km" quedó en las instalaciones de manejo. Las sesiones de ejercicio fueron realizadas por tres personas a caballo en un terreno sin considerable inclinación/elevación (60-85 m). Datos de velocidad, tiempo y distancia fueron registrados por un reloj Garmin® utilizado por una de las personas. Una vez terminada la caminata, los novillos "10 km" permanecieron en corrales cercanos a los de "0 km". En las instalaciones, los novillos tenían acceso *ad libitum* al agua, pero no al alimento. El ganado de ambos tratamientos fue reunido en un corral una hora antes de la carga, a las ~5:30 PM. El ganado fue transportado a un frigorífico ubicado 40 minutos del establecimiento. Las faenas fueron a las entre las 6 AM y las 12 PM, siguiendo los procedimientos comerciales y el estándar de bienestar animal.

El consumo de agua fue evaluado en el establecimiento, para cada lote, utilizando un tanque con medidor, hasta las 4:30 PM. En el día de la faena, se determinó el peso de la canal caliente pre y post-dressing y se tomaron muestras de sangre, tras el degüello de cada novillo, para estimar hematocrito y proteínas totales. Se calculó el rendimiento como la relación entre el peso de la canal caliente post-dressing y el peso inicial. El peso de la canal fría se determinó 36 horas después del sacrificio.

Los análisis estadísticos se realizaron con SAS Studio (SAS Institute, versión 3.81, 2022). Tras la inspección visual del *boxplot* y de los *outliers*, se eliminaron 22 y 12 novillos de las Fases I y II, respectivamente. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, donde la faena fue considerada como el bloque y el grupo de animales con la misma fecha de faena la unidad experimental. Un total de 22 faenas (Fase I: n= 13; Fase II: n= 9) y 626 novillos (Fase I: 368; Fase II: n= 258) fueron considerados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caminata tuvo un promedio de duración de 2h22min y de velocidad de 4,22 km/h. Durante la caminata (entre las 6 y las 9 AM), la temperatura, la humedad y el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) promedio fueron de 18°C, 71% y 63, respectivamente. Este ITH es considerado sin riesgo para estrés por calor (LCI, 1970).

No fueron observadas diferencias (P>0,05) en los pesos inicial, de la canal caliente y de la canal fría, tampoco en el rendimiento. Sin embargo, el consumo de agua fue el doble para los animales del grupo "10 km" (Tabla 1). El aumento sustancial en el consumo de agua, después de la actividad física, podría deberse a la pérdida de agua corporal por evaporación, en la micción y en la defecación (Yadav et al., 2001). La homeostasis se ve comprometida por la pérdida de agua corporal durante la privación de alimento y agua, lo que provoca sed (Hogan et al., 2007). En nuestro estudio, la ingesta de agua podría haber ayudado a los novillos a recuperarse de los 10 km de caminata, lo que también explicaría la ausencia de diferencias observadas en el peso vivo y de la canal (Hogan et al., 2007).

Tabla 1. Efecto de una caminata suave el día previo a la faena de novillos sobre indicadores productivos y fisiológicos.

Variable	Fase	0 km	10 km	EE	P-valor
Peso inicial (kg)	I y II	547,7	547,6	8,29	0,45
Peso canal caliente pre-dressing (kg)	I y II	302,3	301,8	5,2	0,56
Peso canal caliente post-dressing (kg)	I y II	279,7	279,2	4,67	0,41
Rendimiento (%)	I y II	51,02	51,01	0,19	0,95
Peso canal fría (kg)	II	269,9	269,9	6,21	0,96
Consumo de água (L/animal)	II	11,1	22,4	8,2	0,0005
Hematocrito (%)	II	40,27	40,22	0,77	0,91
Proteinas totales (g/dL)	II	8,54	8,51	0,08	0,49

El hematocrito y las proteínas totales no fueron diferentes (P>0,05) entre los tratamientos (Tabla 1). En comparación con los valores de referencia (Radostits et al. 2006), el hematocrito (24–46%) y las proteínas totales (5,7–8,1 g/dL) están dentro y levemente por encima de lo esperado, respectivamente. Otros factores estresantes, de origen física (p. ej., la privación de alimentos y agua; Clariget et al., 2020) y emocional, durante el manejo previo al sacrificio, son capaces de provocar cambios en los parámetros sanguíneos (Hogan et al., 2007; Terlouw y Bourguet, 2022; Kumar et al., 2023).

Una caminata suave de 10 km a una velocidad ~4,2 km/h, en el día anterior al sacrificio, no afectó negativamente ni a la canal ni a los indicadores fisiológicos en novillos. En Suramérica, el interés por las buenas prácticas de manejo es direccionado por aspectos económicos. En Uruguay, el productor que comercializa ganado para faena cobra en base al peso de la canal post-dressing. Si bien las pérdidas en la canal por la caminata son numéricamente pequeñas (0,5 kg/animal), estas son económicamente relevantes (~2-3 USD/animal; ~70-100 USD/camión).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Clariget, J.M., Banchero, G., Luzardo, S., Fernández, E., Pérez, E., La Manna, A., Saravia, A., del Campo, M., Ferrés, A., Canozzi, M.E.A. 2021. Effect of pre-slaughter fasting duration on physiology, carcass and meat quality in beef cattle finished on pastures or feedlot. *Research in Veterinary Science*, 136, 158–165.

Ferguson, D.M y Warner, R.D. (2008). Have we underestimated the impact of preslaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80, 12–19.

Hays, F.L., Bianca, W. y Näf F. (1978). effects of exercise on young and adult cattle at low and high altitude. *International Journal of Biometeorology*, 22(2), 147-158.

Hogan, J.P., Petherick, J.C. y Phillips, C.J.C. (2007). The physiological and metabolic impacts on sheep and cattle of feed and water deprivation before and during transport. *Nutrition Research Reviews*, 20, 17–28

Kumar, P., Ahmed, M.A., Abubakar, A.A., Hayan, M.N., Kaka, U., Ajat, M., Goh, Y.M. y Sazili, A.Q. (2023). Improving animal welfare status and meat quality through assessment of stress biomarkers: a critical review. *Meat Science*, 197, 109048.

Maurya, V.P., Sejian, V., Kumar, K., Singh, G. y Naqvi, S.M.K. (2012). Walking stress influence on livestock production. En V. Sejian (Ed.*), Environmental stress and amelioration in livestock production* (pp. 75-95). Springer, Berlin.

MGAP - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (25 de enero de 2025). *Anuario Estadístico Agropecuario 2024*. https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2024/Anuario2024/%20ANUARIO2024.pdf

Radostits, O.M., Gay, C.G., Hinchcliff, K.W. y Constable, P.D. (2006). Veterinary Medicine, tenth ed. Saunders Ltd., Philadelphia, US.

Richter, E.A., Ruderman, N.B., Gavras, H., Belur, E.R. y Galbo, H. (1982). Muscle glycogenolysis during exercise: dual control by epinephrine and contractions. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 242(1), E25.

Terlouw, C. y Bourguet, C. (2022). Quantifying animal welfare preslaughter using behavioural, physiological and carcass and meat quality measures. En Faucitano, L. (Ed.), *Preslaughter handling and slaughter of meat animals* (pp. 14-61). Wagening Academic Publishers, Netherlands.

Warriss, P.D., Kestin, S.C., Brown, N.S. y Wilkins, L.J. (1984). The time required for recovery from mixing stress in young bulls and the prevention of dark cutting beef. *Meat Science*, 10, 53–68.

Wasserman, K., van Kessel, A.I. y Burton, G.G. (1967). Interaction of physiological mechanisms during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 22(1), 71-85.

Yadav, A.S., Dhaka, S.S. y Kumar, B. (2001). Effect of working on physiological, biochemical and haematological parameters in Hariana bullocks. Animal Reproduction and Physiology Asian-*Australasian Journal of Animal Sciences*, 14(8), 1067-1072.

CAMINATA SUAVE PREVIO AL EMBARQUE DE NOVILLOS A FAENA - ¿QUÉ EFECTO TIENE EN LA CALIDAD Y EN LOS ANTIOXIDANTES DE LA CARNE?

Maria Eugênia A. Canozzi[1]*, Santiago Luzardo[2], Facundo Ibañez[3], Cecilia Carballo[4], Maria Cristina Cabrera[4], Juan José Uzuca[1], Rodrigo Gonnet[1], Juan Manuel Clariget[1]

1- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental La Estanzuela, Ruta 50 km 11, Colonia 70000, Uruguay
2- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental Tacuarembó, Ruta 5 km 386, Tacuarembó 45000, Uruguay
3- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Estación Experimental Las Brujas, Ruta 48 km 10, Canelones 90100, Uruguay
4- Universidad de la República, Facultad de Agronomía (FAGRO, UdelaR), Montevideo 12900, Uruguay
* mecanozzi@inia.org.uy

RESUMEN

El manejo inusual, previo a la faena, genera estrés a los bovinos. Se investigó el efecto de una caminata suave, el día anterior al sacrificio de novillos, sobre indicadores en la carne. Durante dos años, fueron evaluados 270 novillos engordados a pasto. Los animales fueron pesados individualmente y asignados aleatoriamente a uno de dos tratamientos (n=15/tratamiento): sin (0 km) o con (10 km) caminata. Se consideraron 9 faenas en un diseño de bloques completos al azar. Los novillos caminaron los 10 km a una velocidad promedio de 4,32 km/h en aproximadamente 2h18min. No se encontraron diferencias (P>0,10) en pH y color de la carne, tampoco en las concentraciones de antioxidantes. La concentración de glucógeno muscular fue menor (P=0,006) en los novillos "10 km" que en los "0 km", sin diferencias (P>0,10) en el lactato. Una caminata suave, el día anterior al sacrificio, a la velocidad y distancia empleadas, a pesar de reducir las reservas de glucógeno en músculo, no comprometió las características de la carne.

SUMMARY

Unusual handling prior to slaughter causes stress to the cattle. We investigated the effect of a slow walk on steers the day before slaughter beef variables. For two years, 270 pasture-finished steers were evaluated. Cattle were individually weighed and randomly allocated to one of two treatments (n= 15 /treatment): without (0 km) and with (10 km) walking. Nine slaughters were considered in a randomized complete block design. Steers walked "10 km" at an average speed of 4.32 km/h in approximately 2h18min. No differences (P>0.10) were found on beef pH and color, nor in antioxidant concentrations. Muscular glycogen concentration was lower (P =0.006) in the "10 km" than in the "0 km" steers, with no differences (P>0.10) in lactate. Slow walk on the day before slaughter, despite reducing glycogen reserves in the muscle, did not compromise the meat characteristics.

INTRODUCCIÓN

El estrés físico y emocional es inevitable en el proceso de trasladar bovinos del predio al frigorífico. Esta sucesión de eventos incluye el manejo en el establecimiento, el transporte, la descarga y la espera en los corrales del frigorífico. Durante esta etapa, el bovino - una especie sedentaria que no realiza ejercicio de forma voluntaria (Kuhlman et al., 1985) - está sujeto a demandas físicas adicionales.

El manejo y el movimiento inusual induce a una mayor demanda de nutrientes y energética debido al incremento en la tasa metabólica del músculo en contracción (Maurya et al., 2012). El aumento de los requerimientos de ATP, así como del metabolismo aeróbico y/o anaeróbico en los tejidos activos, podría afectar la calidad de la carne (Dunne et al., 2005), así como el perfil de los antioxidantes (Escribano et al., 2010; Perumal et al., 2019).

En Uruguay, la producción de ganado vacuno de carne es realizada, principalmente, en sistemas de pastoriles. Aproximadamente, 90% del área destinada a la ganadería tiene a productores que promedian más de 850 has/productor (MGAP, 2024). Siendo así, el movimiento del ganado desde su potrero hasta un lugar de carga, antes del sacrificio, es una realidad. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de una caminata suave previo al embarque de novillos gordos sobre indicadores de la carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los métodos y condiciones empleadas concernientes al uso de animales para experimentación fueron aprobados por la Comisión de Ética en el Uso de Animales de Experimentación de INIA (protocolo 2021.1).

Durante los meses de noviembre y diciembre de los

años 2023 y 2024, en INIA La Estanzuela, fueron evaluados 270 novillos de razas británicas (Hereford, Aberdeen Angus y sus cruzas), con peso promedio inicial de 540.0 ± 41.92 kg y con edad de dos a tres años. Durante los últimos tres meses, los novillos pastorearon praderas de Alfalfa + *Dactylis* o Cebadilla + Trébol rojo.

Aproximadamente 48 horas previo a la faena, los animales fueron pesados llenos y sorteados al azar a uno de los dos tratamientos (15 animales/tratamiento): sin (0 km) o con (10 km) caminata. El día anterior a la faena, los animales "10 km" comenzaron la caminata a las ~6 AM, y los bovinos "0 km" quedaron en las instalaciones de manejo. Las sesiones de ejercicio fueron realizadas por tres personas a caballo y los datos de velocidad, tiempo y distancia fueron registrados por un reloj Garmin® utilizado por una de las personas. Una vez terminada la caminata, los novillos "10 km" permanecieron en corrales cercanos a los de "0 km". En las instalaciones, los novillos tenían acceso *ad libitum* al agua, pero no al alimento. El ganado de ambos tratamientos fue reunido en un corral una hora antes de la carga, a las ~5:30 PM. El ganado fue transportado a un frigorífico ubicado 40 minutos del establecimiento. Las faenas fueron a las ~10:15 AM, siguiendo los procedimientos comerciales y el estándar de bienestar animal. Todos los análisis fueron realizados músculo *Longissimus thoracis* (LT) entre la 10ª y 11ª costilla.

Para análisis de glucógeno (kit colorimétrico 1.001.201; Spinreact, Girona, España). y lactato (kit enzimático colorimétrico LO-POD, 1.001.330; Spinreact, Girona, España) muscular, se extrajo una muestra, luego de 45-60 minutos del degüello, a 2 cm de la línea media de la canal, con un bisturí, de 20 canales (10/tratamiento), seleccionadas al azar, en cada faena. El pH se midió 48 horas posterior al sacrificio (HI99163, Hanna Instruments Inc., Woonsocket, RI, EE. UU.). Durante el desosado, se extrajo una muestra de carne que fue utilizada para determinar color (índices L*, a* y *b con 5 días de maduración) (Minolta Chromameter CR-400; Konica Minolta Sensing Inc., Japón) y concentraciones de antioxidantes. Las determinaciones de pH, color y antioxidantes fueron realizadas en todos los animales.

Los análisis estadísticos se realizaron con SAS Studio (SAS Institute, versión 3.81, 2022). Tras la inspección visual del *boxplot* y de los *outliers*, se eliminaron 12 novillos. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, donde la faena fue considerada como el bloque y el grupo de animales la unidad experimental. Un total de 9 faenas y 258 novillos fueron considerados. Los datos se analizaron mediante el PROC MIXED, las medias se compararon por Tukey y las diferencias se consideraron estadísticamente significativas cuando P-valor < 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caminata tuvo un promedio de duración de 2h18min y de velocidad de 4,32 km/h. Durante la caminata (6 - 9 AM), la temperatura, la humedad y el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) promedio fueron de 18°C, 73% y 63, respectivamente. Este ITH es considerado sin riesgo para estrés por calor (LCI, 1970).

Ninguna de las variables de calidad de carne presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, la concentración de glucógeno en músculo fue menor en los novillos "10 km" que en los "0 km", sin diferencias en el lactato (Tabla 1), sugiriendo una mayor tasa de metabolismo anaeróbico en los novillos sometidos al estrés de la caminata. Independientemente de la variabilidad existente en el contenido de glucógeno en el músculo, todos los bovinos tienen la capacidad de presentar un pH muscular inferior a 5,8 (Immonen y Puolanne, 2000). Se podría suponer que la sesión de ejercicio

Tabla 1. Efecto de una caminata suave el día previo a la faena de novillos sobre indicadores en carne

Variable	0 km	10 km	EE	P-valor
pHu	5,66	5,68	0,01	0,30
L* (unidades)	36,96	36,87	0,33	0,67
a* (unidades)	21,60	21,47	0,46	0,60
b* (unidades)	10,14	10,05	0,34	0,68
Glucógeno (µmol/g de carne)	18,54	14,45	1,18	0,006
Lactato (µmol/g de carne)	14,56	14,12	1,11	0,60
Anserina (mg/100 g de carne)	57,36	59,28	13,77	0,73
Carnosina (mg/100 g de carne)	378,27	404,77	32,68	0,75
Glutatión (mg/100 g de carne)	34,32	33,85	9,57	0,34
Coenzima Q10 (µg/100 g de carne)	21,19	22,48	2,30	0,14

del presente estudio no fue lo suficientemente intensa y/o prolongada como para agotar las reservas de energía y/o que los novillos tuvieron tiempo suficiente para recuperar la energía muscular tras el estrés.

No fueron observadas diferencias en las concentraciones de los antioxidantes (Tabla 1). Aunque las especies reactivas de oxígeno derivadas del músculo hacen una gran contribución al estado oxidativo de todo el cuerpo, no observamos el desarrollo de estrés oxidativo inducido por el ejercicio, probablemente porque la caminata no fue exhaustiva, produciendo un estrés oxidativo de baja intensidad (Lushchak, 2014). Al no existir alteraciones en el valor nutricional de la carne cuando los bovinos son sometidos a una caminata suave en el día anterior al sacrificio, se mantiene el rol de los antioxidantes para la salud y la dieta humana.

CONCLUSIONES

Una caminata suave de 10 km a una velocidad ~4,3 km/h, en el día anterior al sacrificio, simulando un traslado del potrero al corral de embarque, no causó efecto significativo en la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dunne, P.G., O'Mara, F.P., Monahan, F.J., French, P. y Moloney, A.P. (2005). Colour of muscle from 18-month-old steers given long-term daily exercise. *Meat Science,* 71, 219-229.

Escribano, B.M., Tunez, I., Requena, F., Rubio, M.D., de Miguel, R., Montilla, P., Tovar, P. y Aguera, E.I. (2010). Effects of an aerobic training program on oxidative stress biomarkers in bulls. *Veterinarni Medicina,* 55(9), 422–428.

Harman, N.G. y Petchick, W. (1994). The effects of sustained exercise on gluconeogenesis, glycogenolysis and glycogen synthesis in Merino sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 45(6), 1189-1202

Immonen, K. y Puolanne, E. (2000). Variation of residual glycogen-glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. *Meat Science*, 55(3), 279-283.

Kuhlmann, W.D., Hodgson, D.S. y Fedde, M.R. (1985). Respiratory, cardiovascular, and metabolic adjustments to exercise in the Hereford calf. *Journal of Applied Physiology*, 58(4), 1273-80.

Lushchak, V.J. (2014). Free radicals, reactive oxygen species, oxidative stress and its classification. *Chemico-Biological Interactions*, 224, 164–175

Maurya, V.P., Sejian, V., Kumar, K., Singh, G. y Naqvi, S.M.K. (2012). Walking stress influence on livestock production. En V. Sejian (Ed.*), Environmental stress and amelioration in livestock production* (pp. 75-95). Springer, Berlin.

MGAP - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. (25 de enero de 2025). *Anuario Estadístico Agropecuario 2024*. https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2024/Anuario2024/%20ANUARIO2024.pdf

Perumal, P., De, A.K., Bhattacharya, D., Kundu, A., Sunder, J., Muniswamy, K., Ravi, S.K y Bhowmick, S. (2019). Walking and dry season stresses on crossbred cows of Andaman and Nicobar Islands. *International Journal of Bio-Resource and Stress Management,* 10, 520-528.

Warriss, P.D., Kestin, S.C., Brown, N.S. y Wilkins, L.J. (1984). The time required for recovery from mixing stress in young bulls and the prevention of dark cutting beef. *Meat Science*, 10, 53–68.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

EFECTO DE LA ESQUILA Y LA SUPLEMENTACION ANTIOXIDANTE SOBRE LA CALIDAD SEMINAL EN CARNEROS MERINO AUSTRALIANO

Macarena Ocampo[1]*, Micaela Rodano[1], Carlos Batista[2], Victoria Pons[1], Elize van Lier[3], Celmira Saravia[4], Jorge Gil[1]

1- Laboratorio de Reproducción Animal, Facultad de Veterinaria, CENUR-LN, EEMAC, Paysandú
2- Departamento de Producción Animal y Pasturas (DPAP), Facultad de Agronomía, CENUR-LN.
3- DPAP, Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto (EEFAS).
4- Departamento de Sistemas Ambientales, EEFAS.
* macaocamp07@gmail.com

RESUMEN

La calidad seminal de los carneros puede verse afectada por diversos factores ambientales como el estrés calórico, el cual puede alterar la espermatogénesis y favorecer procesos de estrés oxidativo. Este estudio evaluó el efecto de la esquila estival y de la suplementación parenteral con un complejo vitamínico-mineral antioxidante sobre las características macroscópicas de los eyaculados de 26 carneros Merino Australiano, en un diseño factorial 2 × 2 (suplementación o placebo, con o sin esquila). Las colectas de semen se realizaron cada tres semanas entre noviembre y marzo mediante vagina artificial, evaluándose volumen, motilidad masal, densidad y concentración espermática. La esquila aumentó el volumen eyaculado (P = 0,014) y la suplementación parenteral con un vitamínico-mineral comercial (Selevit®, FATRO) la densidad espermática (P = 0,007), aunque no afectó la motilidad ni la concentración. Estos resultados sugieren que, bajo condiciones del verano, ambas estrategias podrían mejorar parámetros seminales en carneros.

SUMMARY

Ram semen quality may be affected by environmental factors such as heat stress, which may alter spermatogenesis and promote oxidative stress processes. This study evaluated the effect of summer shearing and parenteral supplementation with a commercial antioxidant vitamin–mineral complex on ejaculates parameters in 26 Australian Merino rams, in a 2 × 2 factorial design (Selevit® or placebo, w/without shearing). Semen samples were collected every three weeks from November to March using an artificial vagina, assessing semen volume, mass motility, sperm density and sperm concentration. Shearing increased ejaculate volume (P = 0.014) and vitamin E selenium supplementation increased sperm density (P = 0.007), with no effects on motility or objective concentration. These results suggest that, under heat stress conditions, both strategies may improve some semen parameters in rams.

INTRODUCCIÓN

En la eficiencia reproductiva de los ovinos, la fertilidad del carnero es un factor crítico. Si un factor compromete su fertilidad potencial, tiene repercusiones reproductivas, productivas y económicas significativas. La producción y calidad del semen de carnero se encuentra influenciada por diversos factores como la raza, edad, medio ambiente (duración de la luz de día, temperatura y humedad) y el manejo (sanidad, nutrición, etc.) (Karagiannidis et al., 2000).

Los ovinos pueden presentar signos de estrés calórico cuando enfrentan cambios en las condiciones climáticas. Se considera que experimentan estrés cuando la temperatura ambiental supera su zona de termo neutralidad, a temperaturas entre 28 y 40 °C (Chauhan et al., 2016). Uno de los factores claves que interaccionan con el estado metabólico y confort es el equilibrio de micronutrientes, vitaminas y minerales con efecto antioxidante, que mitigan los efectos del estrés térmico (Binuni Rebez et al., 2025). La respuesta genérica al estrés es mediada por el cortisol, que afecta la calidad seminal debido a la activación de mecanismos neuroendocrinos, fisiológicos y metabólicos, así como el aumento en el gasto energético en disipar calor para conservar la normotermia. Bajo estrés calórico se afecta la calidad seminal a través de la disminución de la concentración de testosterona y desarrollo normal de las células germinales por daño directo o disfunción de las células de Sertoli (rev. Damian et al., 2015). También puede inducir la producción excesiva de radicales libres, superando la capacidad de los sistemas antioxidantes del organismo y provocando daño oxidativo, proceso conocido como estrés oxidativo, definido como el desequilibrio entre la producción de especies re-

activas y la capacidad de los sistemas antioxidantes para neutralizarlas (Celi, 2011).

Diversas estrategias han sido propuestas para mitigar el estrés térmico y sus efectos sobre la reproducción, como la esquila previa a los meses de mayor temperatura, recomendándose entre 4 y 6 semanas antes del verano para favorecer la disipación del calor corporal (Maquivar, 2021), y la suplementación con vitamínico-minerales con propiedades antioxidantes. Los antioxidantes son moléculas capaces de prevenir o retardar procesos de oxidación a nivel tisular (Binuni Rebez et al., 2025).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación parenteral con un multivitamínico mineral (Vit. E, selenio, vitamina B12, AMP y sorbitol) con o sin la esquila estival, sobre los parámetros cuanti y cualitativos de los eyaculados en carneros merino australiano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía San Antonio, Salto (EEFAS), de acuerdo a las regulaciones de la Comisión Ética en el Uso de Animales (Protocolo CEUA Nº2433).

Se utilizaron 26 carneros merino australiano fino, pertenecientes a la majada del plantel de la Unidad de Ovinos, de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de Salto (EEFAS). La edad de los reproductores estaba entre 1,5 y 4,5 años, desparasitados, vacunados y reproductivamente aptos. La alimentación fue únicamente sobre campo natural (suelos 12.11, CONEAT 162), con disponibilidad de sombra natural parcial (desde las 17:00 en adelante) en el potrero y agua ad-libitum. Los animales se distribuyeron en cuatro grupos balanceados por edad y asignados aleatoriamente a los tratamientos: A (n = 7): suplementación vitamínico-mineral (5 mL de Selevit®, Fatro Uruguay), administrada en tres dosis con intervalos mensuales y esquila. B (n = 6): suplementación vitamínico-mineral (similar al grupo A) sin esquila. C (n = 7): placebo (5 mL de suero fisiológico) y esquila. D (n = 6): placebo (similar al grupo C) sin esquila. La esquila se realizó el 10/12/2025 mediante el método Tally-Hi utilizando peine de corte bajo.

Se colectó semen mediante vagina artificial, entre los meses de noviembre y marzo. Las primeras cuatro colectas de semen fueron realizadas semanalmente previo a la aplicación de los tratamientos para acostumbrar los reproductores al manejo. Posteriormente se aplicaron los tratamientos a cada grupo (10/12/2025) y las colectas de semen se comenzaron a realizar cada tres semanas hasta el final del experimento (14/03/2026). En los eyaculados colectados se evaluó subjetivamente la densidad y la motilidad masal (escores 1-5) de acuerdo a Evans y Maxwell (1987). El volumen (por peso) y la concentración

Tabla 1. Resultados de las variables en los tratamientos.

Tratamiento	Esquila	Variable	N	Media	Error Std	P esq	P sup	P esq*sup
Placebo	No	Volumen	48	1,15	0,04	0,014*	0,853	0,787
		Motilidad	47	4,63	0,10	0,265	0,212	0,922
		Densidad	48	4,52	0,08	0,142	0,007*	0,512
		Concentración	48	5331	873,06	0,250	0,374	0,285
	Si	Volumen	56	1,27	0,04	0,014*	0,853	0,787
		Motilidad	54	4,72	0,06	0,265	0,212	0,922
		Densidad	56	4,28	0,10	0,142	0,007*	0,512
		Concentración	56	4333	59,56	0,250	0,374	0,285
Selenio	No	Volumen	48	1,1	0,04	0,014*	0,853	0,787
		Motilidad	45	4,73	0,1	0,265	0,212	0,922
		Densidad	48	4,68	0,07	0,142	0,007*	0,512
		Concentración	48	4499	86,69	0,25	0,374	0,285
	Si	Volumen	56	1,25	0,04	0,014*	0,853	0,787
		Motilidad	54	4,83	0,05	0,265	0,212	0,922
		Densidad	56	4,55	0,09	0,142	0,007*	0,512
		Concentración	56	4448	39,58	0,25	0,374	0,285

P esq (valor de P para el tratamiento esquila). P sup (valor de P para el tratamiento suplemento). P esq*sup (interacción de los tratamientos). Volumen (ml). Motilidad (subjetiva). Densidad (Subjetiva). Concentración (millones de espermatozoides por ml). * = P < 0,05.

(fotómetro, SpermaCue, Minitub, Alemania), fueron evaluadas objetivamente.

Se obtuvieron registros automáticos de la temperatura ambiente de la estación meteorológica de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto (EEFAS), Universidad de la República, Uruguay, ubicada en Ruta 31 km 21 (-31°23`;-57°57`) desde el 29/11/2025 al 14/03/2026.

Las variables fueron analizadas mediante un modelo estadístico ANOVA (factorial 2 x 2) con el procedimiento PROC GLM con el paquete SAS OnDemand for Academics 2026. Se analizaron los efectos principales y la interacción, y se realizó un MANOVA para evaluar el efecto en conjunto sobre las variables, por la posible interacción de los tratamientos (esquila y vitamínico-mineral). Fueron consideradas diferencias significativas cuando P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La esquila tuvo efecto significativo sobre el volumen eyaculado (P = 0,014), observándose mayores valores en los animales esquilados (Tabla 1). La suplementación con vitamina E y Selenio tuvo efecto significativo sobre la densidad espermática (p = 0,008). Éstas dos variables determinan el total de espermatozoides eyaculados, una de las variables vinculadas con el potencial reproductivo de los carneros (Evans y Maxwell, 1987). Sin embargo, no se observaron efectos significativos de los tratamientos sobre la motilidad masal o la concentración espermática (p > 0,05), ni de su la interacción.

Las temperaturas registradas durante el período experimental (noviembre–marzo), evidenciaron condiciones compatibles con estrés calórico en ovinos. Los valores de temperatura máxima superaron en varias ocasiones los 30 °C y se aproximaron a 40 °C, dónde fueron identificadas 3 olas de calor (23-27/12/2025, 25-30/01/2026 y 1-6/02/2026). Según Chauhan et al. (2016), los animales experimentan estrés calórico cuando son expuestos a temperaturas entre 28 y 40 °C. Dado que el estrés calórico se ha asociado con un incremento en la producción de especies reactivas de oxígeno y en consecuencia, con estrés oxidativo, las estrategias de manejo (esquila y suplementación) evaluadas en este trabajo, pueden tener efectos positivos en las variables macroscópicas de los eyaculados.

Se concluye que la esquila mejoró el volumen eyaculado, mientras que la suplementación con selenio aumentó la densidad espermática, aunque no se observaron efectos significativos de los tratamientos sobre la motilidad ni sobre la concentración espermática, ni hubo interacciones entre ellos. Bajo condiciones de estrés térmico en este estudio, la esquila y la suplementación antioxidante contribuyeron a mejorar algunos parámetros reproductivos en carneros.

BIBLOGRAFÍA

Karagiannidis A, Varsakeli S, Alexopoulos C, Amarantidis I. (2000). Seasonal variation in semen characteristics of Chios and Friesian rams in Greece. Small Ruminant Research, 37;1–2;125-130

Chauhan SS, Celi P, Leury B, Liu F, Dunshea FR. (2016) Exhaled breath condensate hydrogen peroxide concentration, a novel biomarker for assessment of oxidative stress in sheep during heat stress. Animal Production Science 56, 1105–1112.

Binuni Rebez E, Sejian V, Velayudhan M, Kalaignazhal G, Devaraj Ch, Tej K, Ninan K, Tüfekci H, de Franca Carvalho V, Singh Chauhan S, DiGiacomo K, Rowland F, Lacetera N. Feed additives supplementation: a potential strategy to ameliorate heat stress in sheep: a review. Ann. Anim. Sci., Vol. 25, No. 3 (2025) 845–864. DOI: 10.2478/aoas-2024-0095.

Tüfekci, H., & Sejian, V. (2023). Stress Factors and Their Effects on Productivity in Sheep. Animals, 13(17), 2769. https://doi.org/10.3390/ani13172769.

Evans, G., & Maxwell, W. C. (1987). Salamons' artificial insemination of sheep and goats (No. Ed. 2, pp. xi+-194).

Damian JP, Bausero M, Bielli A. (2015). Acute stress, hypothalamic-hypophyseal-gonadal axis

and testicular function: a review. Ann. Anim. Sci., Vol. 15, No. 1 (2015) 31–50 DOI: 10.2478/aoas-2014-0084.

Celi, P. (2011). Oxidative Stress in Ruminants. In: Mandelker, L., Vajdovich, P. (eds) Studies on Veterinary Medicine. Oxidative Stress in Applied Basic Research and Clinical Practice. Humana Press, Totowa, NJ. https://doi.org/10.1007/978-1-61779-071-3_13

Maquivar, M. G., Smith, S. M., & Busboom, J. R. (2021). Reproductive management of rams and ram lambs during the pre-breeding season in US sheep farms. *Animals*, *11*(9), 2503. https://doi.org/10.3390/ani11092503

BLOQUEO ANESTÉSICO DE PETERSON: ¿es posible realizarlo en ovinos?

Fiorella Scaglione[1]*, Magdalena Domínguez[2], Matías Rocco[3], Franco Alvira[4], Stephanie Lara[1], Sebastián Rossi[1]

1- Unidad Académica Salud de Rumiantes. Departamento de Producción Animal y Salud de los Sistemas Pecuarios. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. Ruta 1, Km 42.
*Autor de correspondencia: doctorascaglione@gmail.com
2- Unidad Académica de Clínica y Cirugía. Departamento de Clinicas y Hospital Veterinario. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. Ruta 8, Km 18
3- Unidad Académica Patología. Departamento de Patobiología. Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay. Ruta 8, Km 18
4- Profesión liberal, Maldonado, Uruguay.

RESUMEN

El carcinoma de células escamosas (CCE) es una neoplasia maligna de origen epitelial que afecta especialmente áreas despigmentadas y expuestas a la radiación ultravioleta que, aunque poco frecuente en ovinos, constituye uno de los tumores cutáneos más reportados en esta especie. El objetivo de este trabajo fue reportar un caso clínico de CCE palpebral en un ovino y su resolución quirúrgica mediante bloqueo anestésico de Peterson. Se evaluó una oveja Merino Australiano procedente de un establecimiento ubicado en Maldonado, Uruguay, que presentaba una masa tumoral de aproximadamente 4 × 4 cm en la comisura medial del ojo derecho. El diagnóstico de CCE se confirmó mediante estudio histopatológico. El tratamiento consistió en la exenteración transpalpebral del globo ocular y sus anexos, realizada bajo sedación y anestesia regional mediante bloqueo de Peterson, complementado con infiltración palpebral y bloqueo del nervio auriculopalpebral. Durante la cirugía y posteriormente por radiografía se evidenció compromiso del hueso orbitario. A pesar del pronóstico inicial reservado, la evolución clínica fue favorable y no se observaron recidivas durante el seguimiento. Este caso demuestra que la exenteración transpalpebral y el bloqueo de Peterson constituyen alternativas viables para el manejo quirúrgico de tumores perioculares en ovinos.

SUMMARY

Squamous cell carcinoma (SCC) is a malignant epithelial neoplasm that primarily affects depigmented skin exposed to ultraviolet radiation. Although relatively uncommon in sheep, it represents one of the most frequently reported cutaneous tumors in this species. The aim of this report was to describe a case of palpebral SCC in a sheep and its surgical management using a Peterson regional anesthetic block. An Australian Merino ewe from a farm in Maldonado, Uruguay, was presented with a tumor mass measuring approximately 4 × 4 cm located at the medial canthus of the right eye. The diagnosis of SCC was confirmed by histopathological examination. Surgical treatment consisted of transpalpebral exenteration of the globe and associated ocular structures, performed under sedation and regional anesthesia using a Peterson block, combined with palpebral infiltration and an auriculopalpebral nerve block. Intraoperative findings and subsequent radiographic evaluation revealed involvement of the orbital bone. Despite the initially guarded prognosis, the postoperative outcome was favorable, and no recurrence was observed during the follow-up period. This case highlights that transpalpebral exenteration combined with a Peterson block may represent a safe and effective surgical approach for the management of periocular tumors in sheep.

INTRODUCCIÓN

La aparición de tumores faciales en los ovinos es una manifestación clínica poco común y, a pesar del reducido número de casos descritos, algunos estudios han demostrado que el más frecuente es el carcinoma de células escamosas (CCE) (Magreñan et al., 2023). El CCE es una neoplasia maligna de origen epitelial con diferenciación de queratinocitos, también conocida como carcinoma de células espinosas, carcinoma espinocelular o carcinoma epidermoide (Ramos et al., 2007). Estas neoplasias pueden aparecer en cualquier parte del cuerpo del animal, pero predominan en áreas no pigmentadas y libres de vellón, donde existe menor protección frente a los rayos UV (Costa et al., 2019), como el pabellón auricular, el hocico, los labios, los párpados y los ojos (Mauldin & Peters-Kennedy, 2015; Ramos et al., 2007). La exenteración ocular es la técnica quirúrgica de elección cuando el CCE está

muy extendido. Para realizar la cirugía, la disección se realiza por fuera de los músculos extraoculares y de la conjuntiva, los cuales se retiran junto con el globo ocular (Fubini & Ducharme, 2005). Las técnicas anestésicas regionales, como el bloqueo de Peterson, se encuentran descritas para rumiantes (Edmondson, 2014). Sin embargo, la bibliografía no especifica su aplicación en ovinos. Si bien este bloqueo es difícil de realizar, presenta menor riesgo de hemorragia, penetración en el globo ocular, daño al nervio óptico o inyección en las meninges, que el bloqueo retrobulbar en cuatro puntos (Fubini & Ducharme, 2005). El objetivo del presente trabajo es reportar un caso clínico de carcinoma de células escamosas en el párpado de un ovino y su resolución quirúrgica mediante el bloqueo anestésico de Peterson.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

El animal evaluado era un ovino hembra de la raza Merino Australiano, identificada con la caravana N.° 8852, procedente del departamento de Maldonado, Uruguay. El veterinario asesor del establecimiento fue consultado por una deformación en el párpado superior derecho del animal, por lo que decidió realizar una biopsia del tejido anormal y remitirlo al Laboratorio de Patología, de la Facultad de Veterinaria. En el estudio histopatológico se confirmó el diagnóstico de carcinoma de células escamosas (19-8-2025), observándose células tumorales infiltrando el borde de la lesión (Figura 1A). Considerando la malignidad de esta neoplasia, se decidió realizar la intervención quirúrgica en la Sede Central de la Facultad de Veterinaria (19-8-2025). En el examen clínico previo se constató la presencia de una tumoración de aproximadamente 4 x 4 cm de diámetro localizada en la comisura medial del ojo derecho, de consistencia friable, no móvil y con superficie sanguinolenta (Figura 1B). El animal fue sedado con una combinación de 0,05 mg/Kg de acepromacina (Acedan®, Holliday, Buenos Aires, Argentina) y 0,2 mg/Kg de ketamina (Ketamina50®, Holliday, Buenos Aires, Argentina) por vía intravenosa. Se administraron 1,5 mg/Kg de flunixin de meglumine (Alivios®, Fatro, Bolonia, Italia) como analgésico y 20.000 UI/Kg de penicilina-estreptomicina (Repen®, Fatro, Bolonia, Italia) como antibiótico de amplio espectro. Ambas drogas se repitieron cada 24 horas durante tres días. Como método anestésico se decidió extrapolar la técnica del bloqueo de Peterson descrita para bovinos por Edmondson (2014) y aplicarla en el ovino utilizando lidocaína al 2% (Lidocaína 2%®, Fatro, Bolonia, Italia). Este bloqueo anestésico complementado con la infiltración de los párpados y el bloqueo del nervio auriculopalpebral, logró insensibilizar el globo ocular y los músculos asociados, permitiendo realizar el procedimiento sin manifestaciones de dolor. La técnica quirúrgica empleada fue la exenteración transpalpebral descrita por Fubini & Ducharme (2005), mediante la cual se extrajo el globo ocular junto con los anexos comprometidos por la masa tumoral. Durante el acto quirúrgico se constató una superficie rugosa a la palpación del hueso orbitario en el sitio de adherencia del tumor, hallazgo que posteriormente fue confirmado mediante radiografía (Figura 1C). El pronóstico del animal se consideró de reservado a grave, dado que se trataba de un tumor maligno con gran capacidad infiltrativa. Sin embargo, la evolución clínica del animal fue muy favorable, sin recidiva de la lesión durante el tiempo de seguimiento (11-3-2026).

DISCUSIÓN

La localización del carcinoma de células escamosas observada en el presente caso coincide con los reportes bibliográficos, donde las lesiones perioculares son un si-

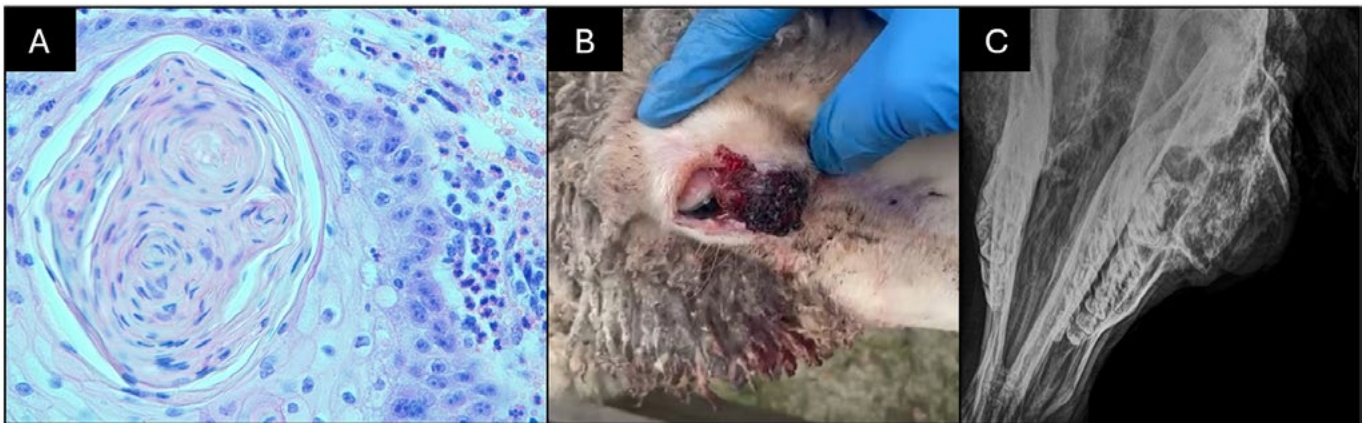


Figura 1. A: Proliferación infiltrativa de células escamosas neoplásicas formando lengüetas y nidos que invaden la dermis profunda, con formación de perlas de queratina, marcado pleomorfismo celular, anisocitosis, anisocariosis y numerosas figuras mitóticas. El proceso se acompaña de fibrosis, necrosis e inflamación crónica (H&E, 40×). **B:** Lesión neoplásica a nivel de la comisura medial del ojo derecho. **C:** Imagen radiográfica (incidencia dorso-ventral oblicua).

tio frecuente de presentación, especialmente en presencia de factores predisponentes como la exposición solar (Costa et al., 2019; Ramos et al., 2007). La reacción ósea observada en la órbita durante el procedimiento quirúrgico sugiere el carácter invasivo del carcinoma de células escamosas, una característica ampliamente descrita en la literatura y generalmente asociada a un pronóstico desfavorable (Magreñan et al., 2023). En muchos de estos casos avanzados, la eutanasia suele ser la única alternativa debido al grado de compromiso de los tejidos afectados. Sin embargo, en el presente caso clínico, la exenteración permitió ofrecer una alternativa terapéutica, logrando la supervivencia del animal y mejorando su bienestar. Los procedimientos quirúrgicos a nivel ocular en rumiantes requieren técnicas anestésicas regionales que permitan un adecuado manejo del dolor y la inmovilización del globo ocular. El bloqueo de Peterson es una técnica ampliamente descrita en bovinos para la realización de cirugías oculares (Edmondson, 2014). Su utilización en combinación con la infiltración anestésica de los párpados y el bloqueo del nervio auriculopalpebral permitió realizar el procedimiento quirúrgico de forma adecuada. Este reporte evidencia la factibilidad de emplear esta técnica en ovinos para procedimientos quirúrgicos del globo ocular y sus anexos, pudiendo considerarse también su aplicación en otros pequeños rumiantes.

CONCLUSIONES

En el presente caso de carcinoma de células escamosas palpebral en estado avanzado, la exenteración transpalpebral del globo ocular y sus anexos resultó una alternativa quirúrgica viable y efectiva para el tratamiento de esta neoplasia en ovinos, con resultados satisfactorios.

El bloqueo anestésico de Peterson, asociado a la infiltración de los párpados y al bloqueo del nervio auriculopalpebral, demostró ser una técnica eficaz para proporcionar anestesia regional adecuada durante la cirugía ocular en ovinos, permitiendo realizar el procedimiento de forma segura, con adecuado manejo del dolor y contemplando el bienestar animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Costa, R. A., Schild, C., Caffarena, D., Giannitti, F., Banchero, G., DelPino, L. & Riet-Correa, F. (2019). High frequency of cutaneous squamous cell carcinoma in Friesian Milchschaf sheep in Uruguay. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, *39*(4), 251–254.

Edmondson M. A. (2014). Local and regional anesthetic techniques. In Lin H., Walz P. (2014). *Farm Animal Anesthesia*. Cattle, Small Ruminants, Camelids and Pigs. Iowa. Blackwell. 278p.

Fubini S. & Ducharme N. (2005) Cirugía en animales de granja. Buenos Aires. Saunders. 620p.

Magreñan, J., Sanz, S., Resendiz, R., Gómez, Á., Luján, L., Mancho, L., Artigot, P., & Castells, E. (2023). O-139 Two clinical cases of facial squamous cell carcinoma in sheep. *Animal - Science Proceedings*, *14*(1), 159–160.

Mauldin, E. A. & Peters-Kennedy J. (2015). Integumentary system, p.509-736. In: Maxie G. (Ed.), Jubb, Kennedy and Palmer's Pathology of Domestic Animals. Vol.1. 6th ed. W.B. Saunders, Philadelphia.

Ramos, A. T., Norte, D. M., Elias, F., & Fernandes, C. G. (2007). Squamous cell carcinoma in cattle, sheep and horse. study of 50 cases in south of rio grande do sul. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, *44*(SUPPL.), 5–13.

LIII JORNADAS URUGUAYAS BUIATRIA
DESDE 1973 / PAYSANDÚ - URUGUAY
4 Y 5 DE JUNIO / 2026

EVENTO EXTREMO DE FRÍO Y MORTALIDAD NEONATAL DE CORDEROS: evaluación biometeorológica en un sistema ovino pastoril

Saravia C.[1,*], Munka M.C.[1], Caffera R. M.[1], Bentancur O.[2], Astigarraga L. [3], Rodríguez Palma R.[3], van Lier E. [3]

1- Departamento Sistemas Ambientales, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay.
* csaravia@fagro.edu.uy
2- Departamento de Estadística, Biometría y Cómputo, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay
3- Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay

RESUMEN

Se evalúa el impacto de un evento extremo (septiembre de 2013) sobre la supervivencia neonatal de corderos en un sistema ovino pastoril, mediante dos índices biometeorológicos, el Chill Index (CI) y el Wind Chill (WC), para caracterizar el riesgo meteorológico asociado a una mortalidad registrada del 50 %. Las condiciones meteorológicas de bajas temperaturas, elevadas precipitaciones y vientos fuertes, superaron la capacidad de termorregulación de los corderos recién nacidos, por la exposición permanente a pérdidas por convección y también radiativas. El modelo del Árbol de Clasificación y Regresión identificó que la fecha de nacimiento (como variable proxy asociada a un determinado ambiente meteorológico) y el peso vivo al nacer (PVN) fueron variables significativas; presentando los animales con PVN ≥ 4,6 kg una probabilidad de 100% de sobrevivencia. Mientras el CI destacó por su sensibilidad a la acción conjunta de viento y lluvia, el WC reflejó el efecto del viento y las pérdidas radiativas.

SUMMARY

This study evaluates the impact of an extreme event (September 2013) on neonatal lamb survival in a pastoral sheep production system. Two biometeorological índices: the Chill Index (CI) and Wind Chill (WC) were used to characterize the meteorological risk associated with an observed mortality rate of 50%. Weather conditions characterized by low temperatures, combined with high accumulated precipitation and strong winds, exceeded the thermoregulatory capacity of newborn lambs due to continuous exposure to convective and radiative heat losses. A Classification and Regression Tree (CART) model identified birth date (as a proxy variable associated with a specific meteorological environment) and birth weight (BW) as critical variables; lambs with BW ≥ 4.6 kg showed a 100% probability of survival. While the CI stood out for its sensitivity to the combined effects of wind and rainfall, the WC accurately reflected the influence of wind and radiative heat losses.

INTRODUCCIÓN

La mortalidad neonatal de corderos constituye una de las principales limitantes en la productividad de los sistemas ovinos pastoriles. Durante las primeras horas y días de vida, los corderos presentan elevada vulnerabilidad a las condiciones ambientales debido a su limitada capacidad de termorregulación y a sus reducidas reservas energéticas. En ese momento, eventos de frío extremo pueden generar condiciones de pérdida de calor que exceden la capacidad fisiológica del neonato para mantener su equilibrio térmico, incrementando significativamente el riesgo de mortalidad (Dwyer y Lawrence, 2005). En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue analizar el impacto de un evento extremo de frío sobre la mortalidad neonatal de corderos y evaluar la utilidad de dos índices biometeorológicos para caracterizar las condiciones ambientales asociadas al riesgo de mortalidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Del 10 al 17 de septiembre de 2013 nacieron 50 corderos en la majada Merino Australiano de la Estación Experimental de Facultad de Agronomía de Salto (EEFAS); registrando un peso promedio de 4,6 ± 0,76 kg en machos (n=27) y de 3,9 ± 0,49 kg en hembras (n=23).

Las variables meteorológicas durante septiembre de 2013 se registraron en forma horaria con una Estación Agrometeorológica automática (WatchDog Model 2800, Spectrum Technologies Inc. Plainfield, IL, 2005) ubicada en EEFAS, -31° 23'; -57° 42' en el Litoral NW del Uruguay. Se estimaron índices biometeorológicos utilizando registros diarios de temperatura del aire, velocidad del viento y precipitación. El Chill Index (CI) se calculó según Nixon-Smith (1971) y Donnelly (1984), incorporando el efecto del viento y la lluvia sobre la pérdida de calor. El Wind Chill (WC) se estimó como sensación térmica (ºC) mediante la adaptación métrica de la ecuación de Siple y Passel (1945). Estos índices permiten evaluar condiciones meteorológicas potencialmente críticas para los

animales recién nacidos.

Se evaluó la relación entre variables meteorológicas integradas en dichos índices y la mortalidad neonatal de corderos mediante un árbol de Clasificación y Regresión (CART) utilizando R. El modelo consideró como variable respuesta la condición del cordero (vivo o muerto) y como variables explicativas el CI o WC del día previo, tipo de nacimiento, peso al nacer, sexo, edad de la madre, día juliano y fecha de muerte. El algoritmo generó particiones sucesivas para identificar patrones asociados a la supervivencia o mortalidad, empleando como criterio de selección la maximización de la significancia estadística mediante el estadístico LogWorth.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período comprendido entre el 13 y 18 de septiembre se registró una ola de frío caracterizada por un marcado descenso de la temperatura del aire (temperatura máxima de 35,5 ºC el 12/9 a 16,0 ºC el 13/9), acompañado por precipitaciones (117 mm acumulados en dos días) y aumento de la velocidad del viento (con rachas de hasta 80 km/h). Esta combinación generó condiciones ambientales particularmente severas para los corderos recién nacidos, favoreciendo una elevada pérdida de calor corporal y aumentando el riesgo de estrés térmico (Alexander, 1974). Los valores de los índices biometeorológicos reflejaron dicha condición, indicando un ambiente con alto riesgo de enfriamiento para animales neonatos expuestos al exterior (Figura 1). Al inicio de la parición, entre el 14 y el 16 de septiembre, el CI superó 1051 $kJ.m^{-2}.h^{-1}$ (condiciones de elevado enfriamiento según los umbrales de Horton et al., 2019) y hasta 1200 $kJ.m^{-2}.h^{-1}$ (registro por algunas horas el 14/9, condiciones de muy elevado enfriamiento) con sensaciones térmicas (WC) inferiores a 0 ºC durante varias horas el 14/9.

En este período se concentró la mayor parte de las muertes registradas en el estudio. En total murieron 25 de los 50 corderos nacidos, representando una mortalidad del 50 %, coincidiendo con los días de mayor severidad ambiental. El análisis de la mortalidad en función de las horas post-nacimiento evidenció que las muertes no se limitaron al período inmediato posterior al mismo (Figura 2).

Si bien se registraron casos durante las primeras 12

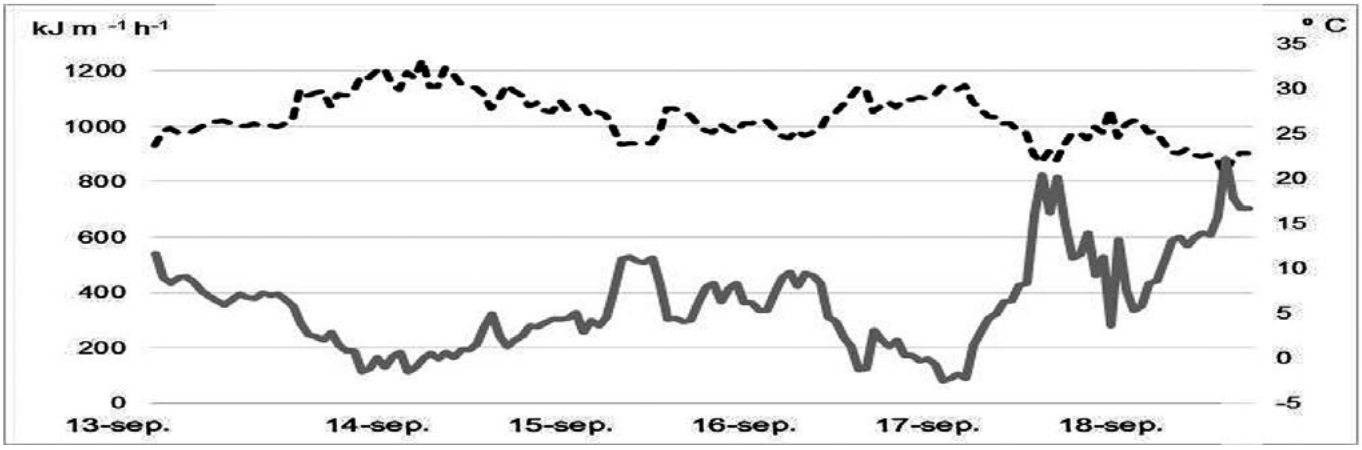


Figura 1. Estimaciones horarias de Chill Index, (CI, $kJ\ m^{-2}\ h^{-1}$, línea negra punteada) y Wind Chill (ºC, línea gris) durante la ola de frío (desde el 13 al 18 de septiembre de 2013)

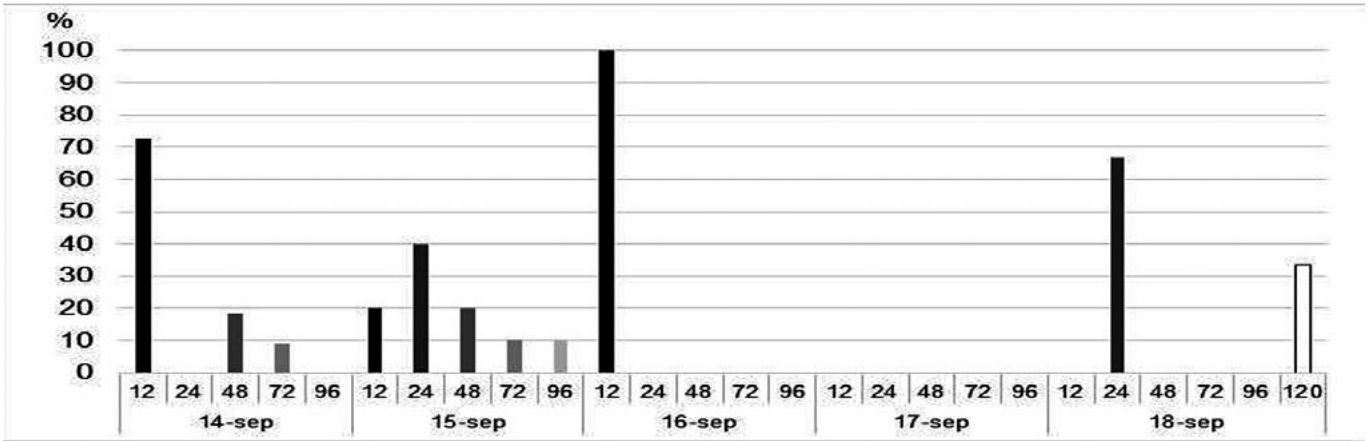


Figura 2. Porcentaje de corderos muertos por día, según las horas post-nacimiento (12 h, 24 h, 48 h, 72 h, 96 h y 120 h) durante la ola de frío (14 al 18 de septiembre)

horas post-natales, una proporción importante de las muertes ocurrió entre 24 y 48 horas, y en menor medida hasta 72–120 horas post-nacimiento. Este patrón sugiere que la exposición prolongada a condiciones ambientales severas puede comprometer la supervivencia de los corderos incluso después de haber superado las primeras horas críticas del período neonatal (McCutcheon et al., 1981; Rowan, 1992).

Ambos índices representaron adecuadamente el riesgo desde el 13 al 17 de septiembre, aunque aparece una divergencia el día 18 de septiembre (noche con cielo despejado, vientos calmos e inversión térmica). Aquí se evidenció que ambos índices capturan dimensiones distintas del estrés por frío: el CI es más sensible a viento y precipitación (Horton et al., 2019), mientras que el WC responde con mayor precisión al efecto directo del viento (Lankford et al. (2021).

Según la fecha de nacimiento (luego del 15 de septiembre) los corderos con menor peso vivo al nacer (< 4,6 kg) presentaron una probabilidad de 41,7 % de morir, particularmente cuando su nacimiento coincidió con los días de mayor severidad meteorológica (Figura 3); mientras que si el nacimiento se produjo luego del 15 de septiembre y presentaron un PVN ≥ 4,6 kg la probabilidad de sobrevivencia se incrementa a un 100%. Este resultado es consistente con lo encontrado por Alexander (1974); Plush et al. (2016) quienes han señalado que los neonatos de menor peso presentan menores reservas energéticas (grasa parda) y menor capacidad para sostener la termogénesis en ambientes fríos.

CONCLUSIÓN

En conjunto, los resultados muestran que la ocurrencia de un evento extremo (ola de frío) intenso durante el período de pariciones puede incrementar significativamente la mortalidad neonatal en sistemas pastoriles. En este sentido, el análisis integrado de las variables meteorológicas y de los índices biometeorológicos Wind Chill y Chill Index permitieron caracterizar de manera robusta el riesgo térmico asociado a este evento, reflejando dimensiones distintas del balance energético: mientras el CI mostró mayor sensibilidad a la acción combinada del viento y la precipitación (pérdidas por convección), el WC capturó con mayor precisión el efecto directo del viento, además de las pérdidas convectivas, las pérdidas radiativas (en ausencia de viento).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexander, G. (1974). Heat loss from new-born lambs. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 10, 171-174.

Donnelly, J. R. (1984). The productivity of breeding ewes grazing on lucerne or grass and clover pastures on the tablelands of southern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 35(5), 709-721. https://doi.org/10.1071/AR9840709

Dwyer, C. M., & Lawrence, A. B. (2005). A review of the behavioural and physiological adaptations of sheep to lambing. *Applied Animal Behaviour Science*, 92(1-2), 1-26. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.05.010

Horton, B. J., Corkrey, R., & Wilkinson, S. (2019). Quantifying lamb survival in relation to cold exposure using chill index thresholds. *Animals*, 9(6), 1-14. https://

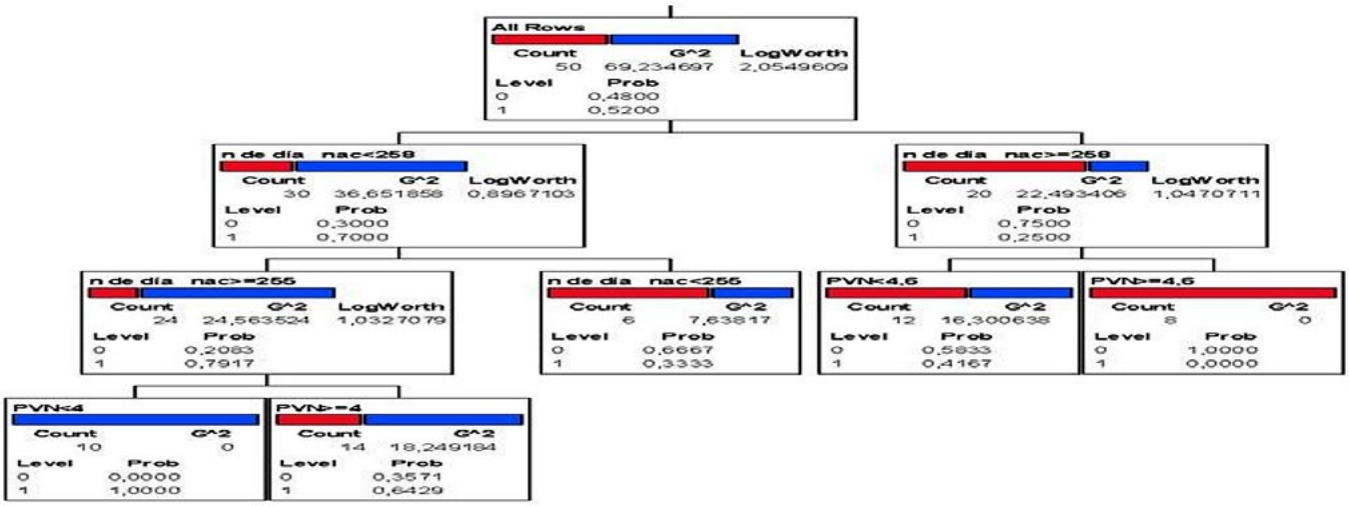


Figura 3. Árbol de Clasificación y Regresión donde la variable a explicar Y = mortandad de corderos (0 = Vivo; 1 = Muerto) con el conjunto de variables X (all rows) que explican el valor de Y fueron las siguientes X = fecha de nacimiento (número juliano de día), peso vivo al nacer (PVN)

doi.org/10.3390/ani9060303

Lankford, S. E., Schwartzkopf-Genswein, K., & Cramer, G. (2021). Environmental effects on livestock thermal stress: Wind chill and cold stress indicators. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 1-10. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.640337

McCutcheon, S. N., Blair, H. T., & Purchas, R. W. (1981). The effect of cold exposure on neonatal lamb survival. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 24(1), 43-47. https://doi.org/10.1080/00288233.1981.10420878

Nixon-Smith, W. F. (1971). *The forecasting of chill risk ratings for new-born lambs and off-shears sheep*. Bureau of Meteorology, Australia.

Plush, K. J., Hebart, M. L., & Brien, F. D. (2016). Lamb survival in Australia: A review. *Animal Production Science*, 56(7), 1039-1050. https://doi.org/10.1071/AN15157

Rowan, K. J. (1992). Thermoregulation and survival in newborn lambs. *New Zealand Veterinary Journal*, 40(3), 116-118. https://doi.org/10.1080/00480169.1992.35660

Siple, P. A., & Passel, C. F. (1945). Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 89(1), 177-199.

LO QUE PRODUCIMOS EN EL CAMPO LLEGA A LA MESA DE TODOS

PRODUCIR BIEN
TAMBIÉN ES
SABER ESPERAR

El tiempo hace la diferencia

Para más información

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

inac
Instituto Nacional de Carnes