



Sociedad Chilena de Buiatría
MIEMBRO DE LA ASOCIACIÓN MUNDIAL DE BUIATROS

LIBRO RESUMEN

XV CONGRESO CHILENO DE BUIATRÍA 2024





Sociedad Chilena de Buiatría
MIEMBRO DE LA ASOCIACION MUNDIAL DE BUIATRIA

LIBRO RESUMEN
XV CONGRESO CHILENO DE BUIATRÍA 2024

Valdivia, Chile 7 y 8 de Noviembre de 2024



LIBRO RESUMEN XV CONGRESO CHILENO DE BUIATRÍA 2024

© Editores: F. Lanuza, J. Cárdenas, R. Arancibia, F. Pino, J. Borkert.

ISBN: 978 – 956 – 9411 – 04 – 5

Se autoriza la reproducción parcial de la información que aparece en esta publicación siempre y cuando se cite esta publicación como fuente y autores correspondientes.



DIRECTORIO 2022 – 2024

Presidente	:	Ángela Rendel K.
Vicepresidente	:	Gaby Yévenes L.
Secretaria	:	Alejandra Viedma C.
Tesorero	:	Felipe Pino S.
Directores	:	José Borkert V. Francisco Lanuza A. Ricardo Merino Richard Arancibia Luis Altamirano A. Carla Otondo

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente	:	Ángela Rendel K.
Vicepresidente	:	Gaby Yévenes L.
Secretaria	:	Alejandra Viedma C.
Tesorero	:	Felipe Pino S.
Vocales	:	Ricardo Merino G, José Borkert V., Francisco Lanuza A., Carla Otondo C., José Cárdenas C.

COMITÉ CIENTÍFICO

Francisco Lanuza A., Presidente
Felipe Pino S.
José Borkert V.
Richard Arancibia B.

COMITÉ CIENTÍFICO AMPLIADO

Ricardo Chihuailaf V., UACH
María Angélica Contreras T., UST
Paula Gädicke L., UDEC
Luis Pablo Hervé C, RUSVM*
Enrique Paredes H. UACH

* Ross University School of Veterinary Medicine



PATROCINADORES



AUSPICIADORES

Platino



Oro



EMPRESAS FERIA DE OSORNO S.A.



Plata



Bronce





ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESÚMENES AMPLIADOS DE TRABAJOS (Modalidad Póster)

- Estudio epidemiológico sobre leptospirosis en rumiantes atendidos en el hospital clínico veterinario de la Universidad San Sebastián, sede de la Patagonia, Puerto Montt, Chile. M. Uribe, L. Azócar-Aedo. _____1
- Metaanálisis y revisión sistemática de aspectos epidemiológicos sobre leptospirosis en bovinos a nivel mundial durante los años 2018 a 2023. M. Moreira, L. Azócar Aedo. _____3
- Uso de las pruebas de aglutinación microscópica y PCR en tiempo real para la detección de seropositividad e infección por *leptospira* patógena en bovinos. P. Loebel, L. Azócar-Aedo, A. Rodríguez. _____5
- Lipidosis hepática en vacas lecheras a pastoreo I: respuesta conductual y productiva a una punción con aguja fina. E. Pavez-Muñoz, N. Fryderup, A. Ruiz-Salazar, C. Pareja, R. Chihuailaf, C. Ríos, M. Fry, P. Sepúlveda-Varas. _____7
- Determinación de *Cryptosporidium* spp. y *Eimeria* spp. en terneros clínicamente sanos de lecherías de la provincia de Valdivia, Chile. P. Soto, P. Muñoz, M. Salgado, F. Ulloa. _____9
- Caracterización de la población de endoparásitos en caprinos de pequeños productores en la Región de Los Ríos, Chile. P. Barrientos, P. Muñoz, M. Navarro, P. Soto, M. Castro, N. Poveda. _____11
- Primer aislamiento de *Prototheca ciferrii* asociado a casos de mastitis bovina en Chile. J. Rodríguez, M. Vásquez, C. Cornuy y A. Mella. _____13
- Evaluación de una terapia experimental basada en secretoma de células troncales mesenquimáticas (sMSC) para el tratamiento de la endometritis en vacas lecheras. C. Díaz, D. Frankenberg, O.A. Peralta. _____15
- Desarrollo y evaluación de un *test* diagnóstico rápido basado en lamp para la detección de patógenos mamarios en leche de vacas con mastitis bovina. M. Núñez, D. Carrillo, N. Canales, A. Mella. _____17
- Efecto del transporte terrestre prolongado sobre variables fisiológicas en terneros y su impacto en bienestar. G. Navarro, Fernando Inzunza, Vicente Gallegos, E. Pavez-Muñoz. _____19
- Visualización y evaluación de biopelículas de *mycoplasma bovis* bajo estrés térmico y desecación: Estudio piloto. N. Canales, J. Aichele, J. San Martín, A. Mella. _____21
- Primer aislamiento e identificación molecular de *Mycoplasma bovis* en pulmón con sospecha de enfermedad respiratoria bovina en Chile: implicancias para el diagnóstico y control. M. Goddard, N. Canales, C. Morales, E. Paredes, B. Aristizábal, A. Mella. _____23



Evaluación comparativa de la alimentación con leche de descarte, leche de descarte pasteurizada y leche comercial en la salud gastrointestinal de terneros holandés-lactantes.
L. M. Padilha, B. P. Santarosa, K. N. Silva, A. M. Dias, V. Gomes. _____ 25

Lipidosis hepática en vacas lecheras a pastoreo II: relación con salud y rendimiento productivo.
A. Ruiz-Salazar, E. Pavez-Muñoz, R. Chihuailaf, C. Ríos, M. Fry, P. Sepúlveda-Varas. _27

Descripción de las imágenes de ultrasonidos pulmonares de terneros con asfixia neonatal.
A. C. A Abreu, G. S. Fregolon, J. F. P. Cajueiro, S. Buczinski, V. Gomes. _____ 29

Brote de mastitis bovina causado por *Mycoplasma bovis* y *Mycoplasma californicum* en un rebaño lechero en Chile.
F. Ulloa, M. Goddard, N. Canales, D. Bórquez, M. Penati, E. García, y A. Mella. _____ 31

Prevalencia de *Mycoplasma* spp. en hisopados nasales de terneros de lecherías y leche de descarte en el sur de Chile.
F. Ulloa, J. Hernández-Agudelo, N. Canales, J. Soto, A. Mella, P. Steuer, C. Tejeda, M. Salgado. _____ 33

Eficacia del tratamiento con iones de cobre sobre bacterias y residuos de antibióticos contenidos en la leche de descarte bovina.
F. Ulloa, M. Penati, C. Naegel, C. Tejeda, M. Hernández-Agudelo, P. Steuer, y M. Salgado. _____ 35

Desarrollo de vacuna multivalente contra diarrea viral bovina.
V. Avello, S. Salazar, N. Gutierrez, V. Manríquez, C Mathieu-Benson, F. Hugues, I. Cabezas, P. Gädicke, J. Acosta, O. Sanchez, J.R. Toledo, R. Montesino. _____ 37

Desarrollo de una prueba de diagnóstico inmunohistoquímico para identificar *Coxiella burnetii* en fetos bovinos abortados: estudio retrospectivo en 53 abortos de causa indeterminada.
V. Leyán, C. Toledo, B. Aristizábal, E. Paredes. _____ 39

¿El lugar donde ocurre el parto tiene efecto sobre la vitalidad e inmunidad del ternero recién nacido en sistemas pastoriles?
P. Romero-Aguilera, E. Pavez-Muñoz, P. Sepúlveda-Varas. _____ 41

CONFERENCIAS

Caracterización y calidad de carne por ultrasonido.
J. Ferrario. _____ 45

Impacto y estrategias de control de coccidiosis y criptosporidiosis en terneros: enfoques integrales para mejorar la salud animal.
F. Fredes. _____ 51

Parasitosis claves en ganado bovino: diagnóstico, impacto y manejo eficaz para optimizar la producción.
F. Fredes. _____ 55



Erradicación de la brucelosis bovina: ¿Cuánto falta? M. Vega, C. Toledo y R. Peña.	59
Beneficios y limitaciones de la alimentación láctea intensificada en terneros de lechería. Ana Velásquez-Muñoz.	65
Prevalencia y factores de riesgo para la infección por <i>Mycobacterium avium</i> subsp <i>paratuberculosis</i> (MAP) en terneros de lechería en el sur de Chile. J.M. Hernández-Agudelo y M.A. Salgado Alfaro.	75
SIMPOSIO “Inmunidad en Ganadería”	
Factores que inciden en la inmunidad de la vaca lechera en transición. J. Ibáñez.	87
Mejorando la inmunidad de la ganadería con el uso de algas marinas. R. Pereira.	93
Avances en inmunología de la glándula mamaria: innovaciones en salud y producción en ganado lechero. M. Muñoz.	95
WORKSHOPS	
1. Mercado internacional y tipificación de carne bovina. (Simposio satélite FEROSOR). J. Ferrario.	
2. Eutanasia en rumiantes, R. Arancibia.	105
3. Nuevos conceptos en los análisis de laboratorio e interpretación de análisis nutricionales. F. Pino.	
4. Diagnóstico neumonía en terneros: Ecografía y laboratorio. En colaboración con MSD y COOPRINSEM	
INDICE DE AUTORES	115



**RESUMENES AMPLIADOS DE TRABAJOS
(Modalidad Pósters)**



ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO SOBRE LEPTOSPIROSIS EN RUMIANTES ATENDIDOS EN EL HOSPITAL CLÍNICO VETERINARIO DE LA UNIVERSIDAD SAN SEBASTIÁN, SEDE DE LA PATAGONIA, PUERTO MONTT, CHILE

Epidemiologic study about leptospirosis in ruminants at the Veterinary Clinical Hospital, Universidad San Sebastián, campus Patagonia, Puerto Montt, Chile

M. Uribe¹, L. Azócar-Aedo¹

¹ Facultad de Ciencias de la Naturaleza, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad San Sebastián, sede de la Patagonia, Puerto Montt, Chile. Email: lucia.azocara@uss.cl

INTRODUCCIÓN

La leptospirosis es una enfermedad zoonótica bacteriana de distribución mundial que desafía la salud y producción del ganado por generar abortos, mortinatos y nacimiento de animales débiles (Mughini-Gras et al., 2014). Los países con climas cálidos y tropicales tienen características adecuadas para la supervivencia de las leptospiras (Andre-Fontaine et al., 2015; Martins y Lilenbaum, 2015). En la zona sur de Chile es probable una presentación endémica de la infección en rumiantes (Salgado et al., 2014). Los objetivos de este estudio fueron: 1) calcular la tasa de seropositividad para *Leptospira* patógena en rumiantes atendidos en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad San Sebastián, sede de la Patagonia, Puerto Montt, Región de Los Lagos durante el período comprendido entre diciembre del año 2022 a junio del año 2023, utilizando la Prueba de Aglutinación Microscópica (MAT) como ensayo diagnóstico y, 2) identificar los serogrupos y títulos de anticuerpos más comunes en los animales seropositivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectaron muestras de sangre y suero la totalidad de los pacientes rumiantes atendidos en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad San Sebastián, sede de la Patagonia entre diciembre del año 2022 y junio de 2023 (20 bovinos, 18 ovinos, 4 caprinos y 1 alpaca, dando un total de 43 muestras). Se utilizó la prueba MAT para el diagnóstico de la seropositividad con un panel de ocho serogrupos/serovares incluyendo: *Leptospira interrogans* serovar Hardjo (serogrupo Sejroe), Pomona (serogrupo Pomona), Canicola (serogrupo Canicola), Icterohaemorrhagiae (serogrupo Icterohaemorrhagiae), Autumnalis (serogrupo Autumnalis), Bratislava (serogrupo Australis); *Leptospira borgpetersenii* serovar Tarassovi (serogrupo Tarassovi) y *Leptospira kirschneri* serovar Grippotyphosa (serogrupo Grippotyphosa). Se consideraron títulos de anticuerpos desde 1:100 hasta 1:1600. Se calculó la tasa de seropositividad global y para cada especie por medio de una fórmula y se registraron los serogrupos detectados y los títulos de anticuerpos. Estos datos fueron agrupados de acuerdo con la especie animal para realizar una distribución de frecuencias y estadística descriptiva. La determinación de la significancia estadística entre las diferencias de las proporciones se realizó con la prueba de Chi cuadrado con corrección de Yates ($p < 0,05$). Ningún animal muestreado tenía antecedentes de vacunación para leptospirosis de acuerdo con la información recolectada por anamnesis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

se detectaron anticuerpos de anti-*Leptospira* en 30 de las 43 muestras, lo que corresponde a una tasa de seropositividad global de un 69,7% (IC 95% 56,0-83,4), siendo esta la tasa más alta reportada hasta ahora en rumiantes en Chile. Según especie, la mayor tasa de seropositividad fue en bovinos (85,0%; IC 95%= 69,3%-100%), seguido de los ovinos (66,7%;



IC 95%= 45,0%-87,0%) y caprinos (25,0%; IC 95%= 0%-67,4%) (diferencias que no fueron estadísticamente significativas, $p>0,05$).

El serogrupo Tarassovi fue detectado en 21 muestras; 14 pertenecientes a bovinos (82,3%) y 7 a ovinos (58,3%), por lo que existe una alta probabilidad que los animales silvestres constituyan una importante fuente de infección, considerando antecedentes bibliográficos que señalan a los hospedadores de mantención de este serogrupo (Zamora et al, 1999). El serogrupo que los siguió fue Sejroe con 6 muestras reactivas de las cuales 2 fueron de bovinos (11,7%), 3 de ovinos (25,0%) y 1 de caprinos (100%). El otro serogrupo que tuvo muestras reactivas fue Autumnalis con 1 muestra de bovino positiva (5,8%) y 2 de ovinos (16,6%) (diferencias que no presentaron significancia estadística, $p>0,05$). Los serogrupos Canicola, Pomona, Australis, Grippotyphosa e Icterohaemorrhagiae no presentaron muestras reactivas.

Para todas las especies de animales rumiantes incluidas en esta investigación, los títulos de anticuerpos que predominaron en las muestras positivas fueron 1:400 (36,6%), 1:800 (30,0%) y 1:200 (16,6%), indicando una exposición al patógeno (diferencias que no fueron estadísticamente significativas, $p>0,05$).

En bovinos, el título de anticuerpos más frecuente fue 1:400 con un total de 6 muestras positivas (35,3%), seguido de títulos de 1:800 (29,4%) y 1:200 (23,5%). En el caso de los ovinos, el título de anticuerpos que más se repitió fue 1:400 con una cantidad de 5 muestras (47,1%), y otros títulos que se presentaron fueron 1:800 (25,0%) y 1:600 (16,7%) y en el caprino, la muestra que dio positivo fue a 1:800 (100%) (diferencias que no tuvieron significancia estadística, $p>0,05$). Ningún animal positivo presentó signos clínicos compatibles con leptospirosis.

CONCLUSIONES

Los rumiantes atendidos en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad San Sebastián, Sede la Patagonia, han estado expuestos a *Leptospira* patógena con una seropositividad de 69,7%. El serogrupo más diagnosticado fue Tarassovi y los títulos de anticuerpos predominantes fueron 1:400 y 1:800. Se recomienda implementar medidas de prevención para *Leptospira spp* dentro del hospital clínico veterinario y en los rebaños de la región de Los Lagos y realizar otras investigaciones para dilucidar la carga bacteriana, como también las consecuencias económicas y reproductivas que puede estar causando esta bacteria en diferentes especies de rumiantes.

REFERENCIAS

- Andre-Fontaine, G., Aviat, F., & Thorin, C. (2015). *Current Microbiology*, 71(1), 136–142. <https://doi.org/10.1007/s00284-015-0836-4>
- Martins, G., & Lilenbaum, W. (2015). *Current Microbiology*, 71(5), 624–625. <https://doi.org/10.1007/s00284-015-0894-7>
- Mughini-Gras, L., Bonfanti, L., Natale, A., Comin, A., Ferronato, A., La Greca, E., Patregnani, T., Lucchese, L., & Marangon, S. (2014). *Epidemiology and infection*, 142(6), 1172–1181. <https://doi.org/10.1017/S0950268813001817>
- Salgado, M., Otto, B., Sandoval, E., Reinhardt, G., & Boqvist, S. (2014). *BMC Veterinary Research*, 10(1), 126. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-10-126>
- Zamora, J., Riedemann, S., & Tadich, N. (1999). *Revista Latinoamericana de Microbiología*. 41, 73–76.



METAANÁLISIS Y REVISIÓN SISTEMÁTICA DE ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS SOBRE LEPTOSPIROSIS EN BOVINOS A NIVEL MUNDIAL DURANTE LOS AÑOS 2018 A 2023

Meta-analysis and systematic review about epidemiologic aspects on bovine leptospirosis worldwide between years 2018 to 2023

M. Moreira¹, L. Azócar-Aedo¹

¹Facultad de Ciencias de la Naturaleza, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad San Sebastián, Lago Panguipulli 1230, Puerto Montt, Chile. lucia.azocara@uss.cl

INTRODUCCIÓN

La leptospirosis es una enfermedad zoonótica de distribución mundial. Su presentación es más prevalente en regiones tropicales y subtropicales, siendo variables los serovares y serogrupos infectantes (Sykes *et al.*, 2022). En bovinos causa pérdidas económicas por abortos e infertilidad (Alonso-Andicoberry *et al.*, 2001). Los objetivos de este estudio fueron: 1) determinar la prevalencia mundial de leptospirosis en bovinos mediante la Prueba de Aglutinación Microscópica (MAT); 2) establecer los serovares y serogrupos de *Leptospiras* más frecuentes que afectan a bovinos y que están descritos en la literatura y, 3) indicar factores asociados con leptospirosis en bovinos en estudios publicados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos documentales electrónicas EBSCO Host, Science Direct, PubMed, Redalyc y SciELO y en el motor de búsqueda Google Académico de estudios publicados desde enero del año 2018 a diciembre de 2023 en los idiomas inglés, español y portugués con palabras clave y operadores booleanos sobre leptospirosis en bovinos, con diagnóstico utilizando la prueba MAT. Se evaluó la calidad metodológica de las publicaciones utilizando ciertas características detalladas por O'Connor *et al.* (2016) en la extensión veterinaria STROBE. Se construyó una base de datos y se realizó el análisis de heterogeneidad de los estudios con la prueba Q, complementando con la prueba de inconsistencia I². Se utilizó el modelo de efectos aleatorios para la obtención de la prevalencia combinada, se construyó un Forest plot y se llevaron a cabo las pruebas de Begg-Egger para detectar sesgo de publicación (definido como la no inclusión de estudios porque estos no se encuentran incorporados a bases de datos de la literatura científica). Los análisis se realizaron con Mix Pro-versión 2.0. Se recopilaron factores asociados con leptospirosis en bovinos descritos en los estudios cuya medida de riesgo fuera el Odds Ratio y que fueran estadísticamente significativos en cada investigación consultada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba Q ($p < 0.001$), la prueba I² (99,87%; IC 95%=99,86-99,87%) y la estimación T2 (0,11; IC 95%=0,11-0,12) indicaron heterogeneidad entre los estudios. La prueba de Begg ($p < 0.001$) fue estadísticamente significativa indicó sesgo de publicación. El meta-análisis incluyó 78 estudios, estimándose una prevalencia mundial de leptospirosis en bovinos de 40,32% (IC 95%=32,92-47,93) (Figura 1). En 20 artículos se detectaron un total de 20 serovares, siendo los más frecuentes Hardjo (18 estudios) y Pomona (7 estudios). En 65 publicaciones se determinaron 12 serogrupos más diagnosticados, liderando Sejroe (39 estudios), seguido de Pomona (7 estudios) e Icterohaemorrhagiae (6 estudios). Se encontró una mayor cantidad de investigaciones realizadas Brasil e India y limitada información en países europeos. Se identificaron factores asociados a la enfermedad, tanto de protección como de riesgo. El factor



de riesgo con valor más alto de OR fue “presencia de roedores” (OR=18,7; p=0) y el factor de protección más destacado fue “uso de corrales en el predio” (OR=0,9136; p=0,001)

CONCLUSIONES

La prevalencia global de leptospirosis en bovinos es elevada, describiéndose una mayor positividad para e serovar Hardjo y el serogrupo Sejroe, como también factores de riesgo y de protección estadísticamente asociados con la enfermedad, siendo necesaria la implementación de estrategias preventivas para un mejor manejo y control.

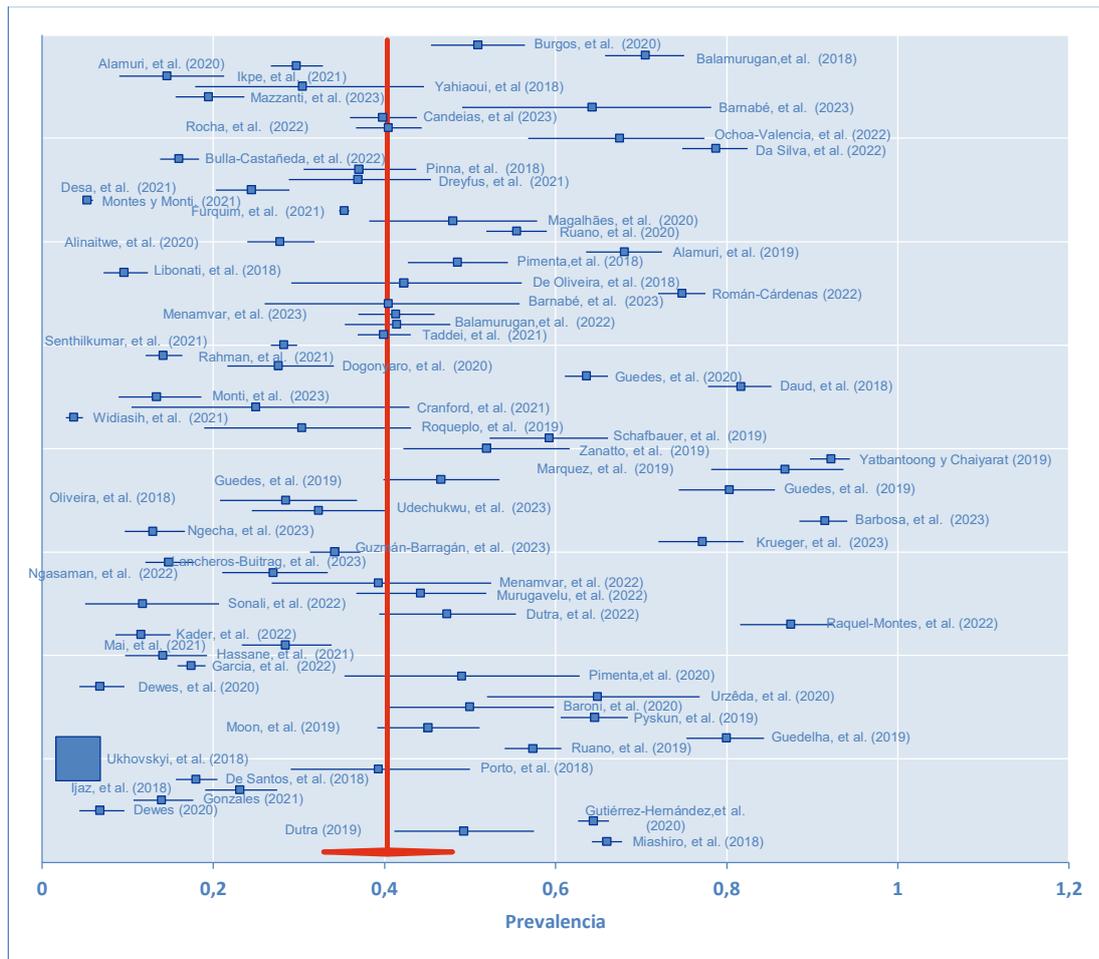


Figura 1. Forest plot de la prevalencia mundial de los artículos incluidos en el metaanálisis.

REFERENCIAS

- Alonso-Andicoberry C, García F, Ortega L. 2001. *Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animal*, 16(2), 205-226.
- Sykes J, Reagan K, Nally J, Galloway R, Haake D. 2022. *Pathogens*, 11(395).
- O'Connor A, Sargeant J, Dohoo I, Erb H, Cevallos M, Egger M, Ersbøll A, Martin S, Nielsen L, Pearl D, Pfeiffer D, Sanchez J., Torrence M, Vigre H, Waldner C, Ward M. 2016. *Zoonoses Public Health*, 63(8), 662-698.



USO DE LAS PRUEBAS DE AGLUTINACIÓN MICROSCÓPICA Y PCR EN TIEMPO REAL PARA LA DETECCIÓN DE SEROPOSITIVIDAD E INFECCIÓN POR *LEPTOSPIRA* PATÓGENA EN BOVINOS

Use of the Microscopic Agglutination test and Real time PCR for the detection of seropositivity and infection by pathogenic *Leptospira* in cattle

P. Loebel^{1a}, L. Azócar-Aedo^{1b}, A. Rodríguez^{1c}

^{1a,b,c} Facultad de Ciencias de la Naturaleza, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad San Sebastián, sede de la Patagonia, Puerto Montt, Chile. Email: lucia.azocara@uss.cl

INTRODUCCIÓN

La leptospirosis es una enfermedad zoonótica causada por bacterias gram negativas del género *Leptospira*, que comprende 21 especies clasificadas en tres grupos (saprófitas, patógenas y patogenicidad intermedia) (Torres-Castro *et al.*, 2016). En bovinos, esta enfermedad causa impactos económicos por las alteraciones y fallas reproductivas que genera, como abortos e infertilidad (Benavides-Romo y Marcilllo-Arévalo, 2016; Sykes *et al.*, 2022). En el sur de Chile la leptospirosis cobra gran importancia al representar una amenaza significativa para el rubro lechero y ganadero (Salgado *et al.*, 2014). El objetivo de este estudio fue relacionar animales seropositivos a la prueba de Aglutinación Microscópica (MAT), con animales reaccionantes al PCR en tiempo real y determinar la utilidad de ambas pruebas en el diagnóstico de seropositividad e infección por *Leptospira* patógena.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio epidemiológico en la Región de Los Lagos, en un predio ubicado en la Comuna de Los Muermos y en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad San Sebastián, sede de la Patagonia, Puerto Montt donde se recolectaron muestras de sangre/suero y orina de un total de 61 hembras bovinas entre diciembre del año 2023 a mayo del año 2024.

Se incluyeron hembras rumiantes de la especie bovina (*Bos taurus*) con edades entre los 2 y 10 años porque en ese rango de edad la leptospirosis cobra mayor relevancia por la posible presentación de abortos debido a que generalmente, desde los 24 meses en adelante comienza la primera parición (Ferreira *et al.*, 2010). Además, los animales debían tener un estado clínico y fisiológico apto y compatible con la toma de muestras de sangre y orina. Los criterios de exclusión consideraron animales no rumiantes, machos (por la dificultad para recolectar muestras de orina) e individuos que no contaron con su Dispositivo de Identificación Individual Oficial (DIIO).

Se empleó la prueba MAT para el diagnóstico de la seropositividad a *Leptospira* patógena con un panel de ocho serogrupos/serovares incluyendo: *Leptospira interrogans* serovar Hardjo (serogrupo Sejroe), Pomona (serogrupo Pomona), Canicola (serogrupo Canicola), Icterohaemorrhagiae (serogrupo Icterohaemorrhagiae), Autumnalis (serogrupo Autumnalis), Bratislava (serogrupo Australis); *Leptospira borgpetersenii* serovar Tarassovi (serogrupo Tarassovi) y *Leptospira kirschneri* serovar Grippotyphosa (serogrupo Grippotyphosa). Se consideraron títulos de anticuerpos desde 1:100 hasta 1:1600. Cada muestra de orina se sometió a la extracción y purificación de DNA por medio de un kit comercial. El DNA purificado se utilizó para efectuar PCR en tiempo real utilizando una sonda TaqMan dirigida específicamente al gen leptospiral lipL32.



Se calcularon la seropositividad (Número de individuos positivos a la prueba MAT/ Número de individuos sometidos a la prueba diagnóstica MAT) y la tasa de excreción renal (Número de individuos positivos al PCR en tiempo real/Número de individuos sometidos al PCR en tiempo real). Se registraron los serogrupos y títulos de anticuerpos pesquisados con la prueba MAT. Los datos fueron agrupados para realizar una distribución de frecuencias. Se calculó la sensibilidad, especificidad del PCR en tiempo real con respecto a la prueba MAT y el coeficiente Kappa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados evidenciaron una seropositividad a *Leptospira* patógena del 39,3% (IC95%=27,04-51,57) (24/61) mediante la prueba MAT. El serogrupo mayormente diagnosticado fue Sejroe y los títulos de anticuerpos detectados con mayor frecuencia fueron 1:200 y 1:800. La tasa de excreción renal fue 29,5% (IC 95%=18,05-40,94) (18/61) con PCR en tiempo real y la concentración de leptospirosis/ml de orina en las muestras positivas osciló entre 1.07 a 12.500. Se determinó coincidencia entre ambas pruebas diagnósticas: de un total de 61 muestras, 18 (75,0%) coincidieron en el resultado positivo tanto para la prueba MAT como para el PCR en tiempo real, mientras que 6 (25,0%) muestras fueron positivas sólo a MAT. El coeficiente Kappa fue 0,784 (IC95%=0,539-1,030). Se obtuvo una sensibilidad del PCR en tiempo real en relación con la prueba MAT de 75,0% (IC95%=57,7-92,3) y una especificidad del 100%.

CONCLUSIONES

La relación entre la prueba MAT y el PCR en tiempo real fue favorable, debido a que se comprobó que ambas pruebas coincidieron en la mayoría de los animales que arrojaron positivos a ambas pruebas, lo que sugiere el potencial uso estas técnicas de forma complementaria. El PCR en tiempo real detecta la infección de la bacteria y su excreción a través de la orina, pudiendo determinar si existe contaminación ambiental y la magnitud de esta, mientras que la prueba MAT diagnostica seropositividad y además entrega los títulos de anticuerpos y los serogrupos causantes de la infección, permitiendo así conocer el origen de la enfermedad y la reactividad serológica para la bacteria.

REFERENCIAS

- Benavides-Romo K.L.A. y Marcillo-Arévalo, A.R. (2016). *Revista Investigación Pecuaria*, 4(2), 27-32.
- Ferreira, O., Mujica, F., Uribe, H., Lanuza, F., Quinteros, G., y Concha, C. (2010). *Agro sur*, 38(3), 178-193. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2010.v38n3-01>
- Salgado, M., Otto, B., Sandoval, E., Reinhardt, G. y Boqvist, S. (2014). *BMC Veterinary Research*, 10(126), 1746-6148. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-10-126>.
- Sykes, J.E., Haake, D.A., Gamage, C.D., Mills, W.Z. y Nally, J.E. (2022). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 260(13), 1589-1596. <https://doi.org/10.2460/javma.22.06.0258>.
- Torres-Castro, M., Hernández-Betancourt, S., Agudelo-Flórez, P., Arroyave-Sierra, E., Zavala-Castro, J., y Puerto, F. I. (2016). *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 54(5), 620-625.



LIPIDOSIS HEPÁTICA EN VACAS LECHERAS A PASTOREO I: RESPUESTA CONDUCTUAL Y PRODUCTIVA A UNA PUNCIÓN CON AGUJA FINA

Hepatic lipidosis in grazing dairy cows I: Behavioral and productive response to a fine needle puncture

E. Pavez-Muñoz^{1,5}, N. Fryderup^{2,5}, A. Ruiz-Salazar^{1,5}, C. Pareja², R. Chihuailaf², C. Ríos³, M. Fry⁴, P. Sepúlveda-Varas^{2,5}.

¹Escuela de Graduados. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile (UACH). ²Instituto de Ciencias Clínicas. Facultad de Ciencias Veterinarias, UACH. ³Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás. ⁴College of Veterinary Medicine, University of Tennessee. ⁵Programa de Bienestar Animal, UACH. Email: erika.pavez@alumnos.uach.cl

INTRODUCCIÓN

El diagnóstico de lipidosis hepática (LH) en vacas lecheras se realiza a través de biopsia hepática, una técnica invasiva que genera dolor agudo y persistente (Mølgaard *et al.*, 2012). Un procedimiento alternativo es la punción con aguja fina (PAF), la cual presenta un buen rendimiento diagnóstico (Fry *et al.*, 2018), pero se desconoce su efecto sobre el bienestar de los animales. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la respuesta conductual asociada a dolor y productiva durante y posterior a una PAF en vacas lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos clínicos controlados utilizando vacas Holstein multíparas en la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la UACH, durante los años 2022 y 2023. En el Ensayo 1, se evaluaron conductas asociadas a dolor durante la PAF, para lo cual se grabó de manera continua el procedimiento en 37 vacas que fueron divididas en dos grupos: Grupo PAF (n=26), donde recibieron una PAF al día 10 ($\pm 1,1$; DE) postparto y Grupo Control (n=11), donde se les realizó un procedimiento simulado. El Ensayo 2 se diseñó para evaluar cambios en el tiempo diario de descanso y rumia, y en producción láctea, con un grupo diferente de 48 vacas que recibieron una PAF. Las vacas se evaluaron por tres días consecutivos: el día anterior (valor basal; d-1), el día de la PAF y el día siguiente (d+1). Los análisis estadísticos para los ensayos 1 y 2 consideraron prueba U de Mann-Whitney y análisis de varianza de medidas repetidas, respectivamente.

El procedimiento de PAF consistió en inmovilizar al animal en una manga y ubicar el sitio de punción en el decimoprimer espacio intercostal derecho. Luego, se realizó una tricotomía de 5 cm de diámetro y a través de ecografía se confirmó el punto de punción, descartando zonas con gran cantidad de vasos sanguíneos. Se realizó una antisepsia quirúrgica y se logró la anestesia local mediante la inyección de 2 ml de Bupivacaína. Para facilitar el paso de la aguja espinal (18G x 3,5"), se realizó una incisión de 1 cm en la piel con un bisturí. La aguja se introdujo $\frac{3}{4}$ de su longitud para atravesar la musculatura intercostal, peritoneo y cápsula hepática. Luego, se retiró el estilete y con movimientos firmes se puncionó entre 2 a 3 veces para obtener la muestra de tejido (Figura 1). El procedimiento tuvo una duración promedio de 3:54 ($\pm 0,02$) minutos por vaca, excluyendo la preparación del animal y examen ecográfico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las conductas asociadas a dolor durante el procedimiento fueron similares entre el grupo control y el grupo PAF ($P > 0,05$). A diferencia de lo reportado en animales sometidos a biopsia hepática (Mølgaard *et al.*, 2012), en ambos grupos se observó una baja frecuencia (expresada en mediana) de patadas (2 vs 4), giros de la cabeza hacia el flanco derecho (1 vs 1), movimientos bruscos en la manga (2 vs 3) o movimientos bruscos de cola (2 vs 3) y ningún



animal vocalizó durante el procedimiento. El tiempo diario de descanso y de rumia, así como también la producción láctea fueron similares entre los tres días de evaluación ($P > 0,05$; Figura 2). Estos resultados son diferentes a lo reportado en vacas a las que se les realizó biopsia hepática y mamaria, las cuales mostraron una alteración de los tiempos de rumia y descanso posterior a su realización (Miller-Cushon *et al.*, 2019; Mølgaard *et al.*, 2012).



Figura 1. Procedimiento de punción con aguja fina. (A) Vaca parcialmente inmovilizada en brete, (B) Examen ecográfico para determinar el sitio de punción, (C) Antisepsia quirúrgica, (D) Infiltración anestésica y (E) Inserción de aguja fina.

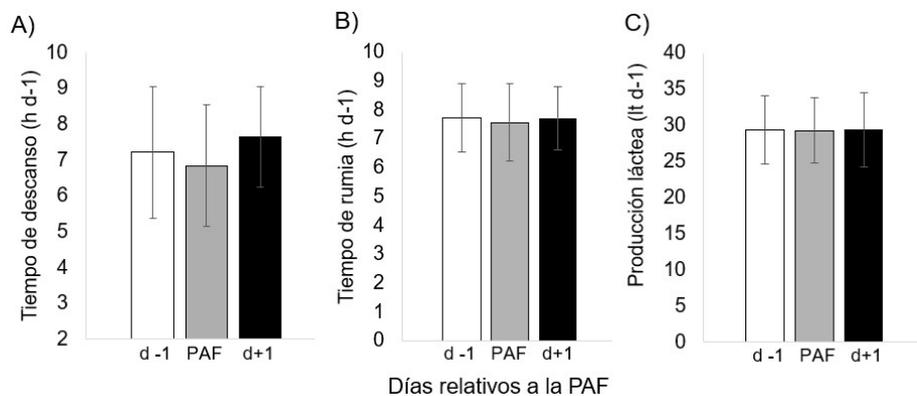


Figura 2. Tiempo diario de descanso (A; media \pm DE), de rumia (B; media \pm DE) y de producción láctea (C; media \pm DE) en vacas lecheras en los días relativos a una punción hepática con aguja fina (PAF).

CONCLUSIONES

La PAF no generó conductas asociadas a dolor cuando se comparó con un procedimiento simulado y no modificó conductas ni producción láctea luego del procedimiento. Estos hallazgos sugieren que la PAF es un método seguro en vacas lecheras, convirtiéndola en una herramienta viable para el diagnóstico de lipidosis hepática sin comprometer el bienestar animal ni la eficiencia productiva.

REFERENCIAS

- Fry, M. M., Yao, B., Ríos, C., Wong, C., Mann, S., McArt, J. A. A., Nydam, D. V., Leal Yepes, F. A., Viesselmann, L., Geick, A., Goldin, K., Jordan, A., & Behling-Kelly, E. 2018. *Journal of Dairy Science*, 101, 1379–1387.
- Miller-Cushon, E. K., Horvath, K. C., Fabris, T. F., Dahl, G. E., & Laporta, J. 2019. *Journal of Dairy Science*, 102, 11453–11458.
- Mølgaard, L., Damgaard, B. M., Bjerre-Harpøth, V., & Herskin, M. S. 2012. *Research in Veterinary Science*, 93, 1248–1254.



DETERMINACIÓN DE *Cryptosporidium* spp. Y *Eimeria* spp. EN TERNEROS CLÍNICAMENTE SANOS DE LECHERÍAS DE LA PROVINCIA DE VALDIVIA, CHILE

Determination of *Cryptosporidium* spp. and *Eimeria* spp. in healthy calves from dairy farms in Valdivia Province, Chile

P. Soto¹, P. Muñoz¹, M. Salgado², F. Ulloa²

¹Instituto de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

²Instituto de Medicina Preventiva, Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

priscila.soto@alumnos.uach.cl

INTRODUCCIÓN

La criptosporidiosis y la coccidiosis bovina son enfermedades parasitarias que causan cuadros diarreicos en terneros menores a 30 días y hasta un año, respectivamente. En Chile se han descrito 13 especies del género *Eimeria* sp. que afectan a bovinos, siendo *E. zuernii* y *E. bovis* las de mayor importancia por su alta patogenicidad. Los reportes de *Cryptosporidium* se asocian a la especie *C. parvum*, debido a su carácter zoonótico (Alcaino et al., 1999). Ambos se transmiten por vía fecal oral al consumir ooquistes presentes en el ambiente. Estas enfermedades son motivo de pérdidas productivas y económicas para la industria lechera. Por estos antecedentes, se propuso como objetivo determinar la prevalencia de *Cryptosporidium* spp. y *Eimeria* spp. en muestras de materia fecal de terneros clínicamente sanos de lecherías en la provincia de Valdivia y asociar factores de riesgo a la presentación de ambos agentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

En agosto del 2023 se muestreó a conveniencia el 10% de la población de 22 predios lecheros de la Provincia de Valdivia, obteniéndose un total de 254 muestras de materia fecal de terneros menores de 30 días de edad, seleccionados al azar y sin discriminar su estado de salud. Adicionalmente, se aplicó una encuesta predial para obtener datos asociados a manejos de bioseguridad, manejos en terneros y en hembras adultas. Para la identificación de *Cryptosporidium* spp. se utilizó la tinción de Ziehl Neelsen (ZN) y se midió la intensidad de infección, según lo descrito por Muñoz et al. 2011. Se utilizó la técnica de Teuscher para la detección de *Eimeria* spp. y se identificaron las especies presentes en las muestras positivas a través de métodos morfométricos descritos por Hidalgo et al. 2001, Saravia et al. 2021 y Melo et al. 2022. Para el análisis estadístico se utilizó estadística descriptiva y la prueba de regresión logística para determinar posibles factores prediales que favorezcan la infección por ambos géneros parasitarios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de los animales muestreados, el 2% resultó positivo a *Cryptosporidium* spp. a través de la técnica de ZN (figura 1). La intensidad de infección fue muy baja a baja en el 80% de las muestras positivas y el 20% restante obtuvo una intensidad intermedia. El 3,5% de la población resultó positivo al género *Eimeria* con la técnica de Teuscher. Además, se identificaron seis tipos de ooquistes compatibles con las especies *Eimeria alabamensis*, *E. auburnensis*, *E. bovis*, *E. illinoisensis*, *E. pellita* y *E. zuernii* (figura 2). A través de la prueba de regresión logística, se analizaron 9 factores ambientales presentes en la encuesta predial, los cuales podrían participar en la presentación de estas enfermedades. Este análisis arrojó como resultado que la administración de calostro desde un banco de este mismo aumenta 9,5 veces la probabilidad de infección por *Cryptosporidium* spp. en terneros de lechería (IC95%=1,39-189.41; odds ratio=9,59). Asimismo, esta prueba marcó una tendencia no significativa para los



materiales de cama, demostrando que el uso de camas de paja aumenta 9,3 veces la probabilidad de infección por diferentes especies de *Eimeria* (IC95%=0,44-82,90; odds ratio=9,33).

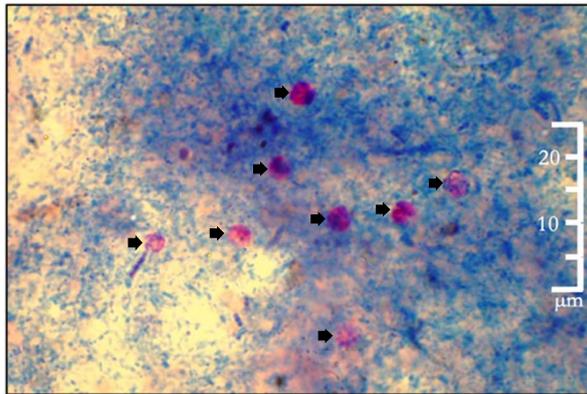


Figura 1. Ooquistes de *Cryptosporidium* en terneros de lechería clínicamente sanos de la Provincia de Valdivia, teñidos con la técnica de Ziehl Neelsen. Observación microscópica (100x).

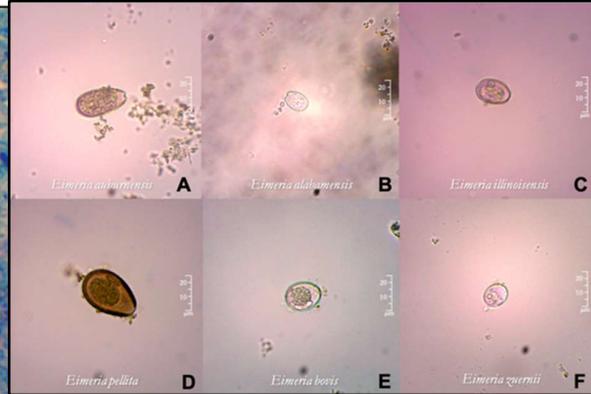


Figura 3. Ooquistes compatibles con *E. auburnensis* (A), *E. alabamensis* (B), *E. illinoisensis* (C), *E. pellita* (D), *E. bovis* (E) y *E. zuernii* (F). Observación microscópica (40x).

CONCLUSIONES

Se obtuvo una baja prevalencia de los agentes protozoarios en terneros clínicamente sanos menores a 30 días, provenientes de la Provincia de Valdivia, Chile. Además, se asoció estadísticamente un factor de manejo que favorece la presentación de criptosporidiosis y se marcó una tendencia no significativa que se asocia a la presentación de coccidiosis bovina en el ganado lechero. Aun así, se requiere perfeccionar el diseño de la investigación para enfocar el estudio hacia las enfermedades parasitarias.

REFERENCIAS

- Alcaino H., Gorman T., 1999 Parasitología al día 23, 1-2.
- Hidalgo M.R., Cordero del Campillo M., 2001. In: Cordero del Campillo y Rojo Vásquez (eds), *Parasitología Veterinaria*, McHill Interamericana, Madrid, España, páginas 195-221.
- Melo LRB., Sousa LC., Lima BA., Silva ALP., Lima EF., Ferreira LC., 2022 Brazilian Journal of Veterinary Parasitology 31, e006422.
- Muñoz P., Fredes F., Diaz-Lee A., Mercado R., Ozaki LS., 2011 Archivos de Medicina Veterinaria 43, 111-116.
- Saravia A., Miraballes C., Riet-Correa F., Castro-Janer E., 2021 Veterinary Parasitology Regional Studies and Reports 25, 100588.



CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DE ENDOPARÁSITOS EN CAPRINOS DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS, CHILE

Characterization of the population of endoparasites in goats from small producers in Los Ríos Region, Chile

P. Barrientos¹, P. Muñoz¹, M. Navarro², P. Soto¹, M. Castro¹, N. Poveda¹

¹Laboratorio de Parasitología Veterinaria, Instituto de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile (UACH), Valdivia, Chile.

²Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, UACH, Valdivia, Chile. priscila.soto@alumnos.uach.cl

INTRODUCCIÓN

La ganadería caprina en Chile se desarrolla principalmente en manos de pequeños productores, cuya producción se ha orientado principalmente en la elaboración artesanal de queso y en el autoconsumo de carne. Según el VIII Censo Agropecuario y Forestal, a nivel nacional se encuentra un total de 333.436 animales, de los cuales el 48% se ubica en la Región de Coquimbo, mientras que la Región de Los Ríos, lugar en donde se llevó a cabo el presente estudio, se encuentra el 1,9% de la población nacional (INE 2021). La escasa investigación en el ámbito sanitario de esta especie animal, sumada a la falta de acceso de los pequeños productores al asesoramiento de médicos veterinarios, generó la necesidad urgente de caracterizar la población de endoparásitos en el rebaño caprino.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Región de Los Ríos, abarcando las comunas de Valdivia, Los Lagos, La Unión, Lago Ranco, Mariquina y Paillaco. Los 11 predios muestreados fueron seleccionados en base a la premisa de corresponder a pequeños productores y de contar con un núcleo de crianza de caprinos. La recolección de muestras fecales se llevó a cabo entre los meses de octubre de 2023 y mayo de 2024 y las muestras fueron obtenidas directamente desde el recto de los animales mediante palpación transrectal. Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Parasitología Veterinaria de la UACH donde se realizaron las pruebas de: Teuscher (para la obtención de huevos de nematodos, cestodos y digeneos), Baermann (para la obtención de larvas L1 de nematodos pulmonares) y coprocultivo (para la obtención de larvas L3 infectantes de nematodos gastrointestinales). Para la clasificación de los ooquistes de *Eimeria* spp. se utilizaron las claves morfométricas establecidas por Oliveira de Macedo y col (2019), donde se evaluó el tamaño del ooquiste (μm), tamaño del esporoquiste (μm), forma, color, presencia o ausencia de casquete polar y presencia o ausencia de micropilo. Con el fin de realizar la clasificación morfométrica de larvas L3 de nematodos gastrointestinales se evaluó el tamaño total del nematodo, largo de la cola, presencia o ausencia de filamento y la presencia de estructuras anexas, para esto se utilizó lo descrito por Knoll et al. (2021), van Wyn et al. (2013) y Abu-Elwafa et al. (2016)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 130 muestras analizadas bajo la técnica de Teuscher, se obtuvo un 98,5% (n=128) de positividad frente a huevos tipo estrombilideos, un 31,5% (n=41) de *Trichuris* spp., *Nematodirus* spp. en un 20,8% (n=21), huevos de *Fasciola hepatica* en un 12,3% (n=16) y ooquistes de *Eimeria* spp. en un 56,9% (n=74) de las muestras. Respecto a las especies de *Eimeria* spp., éstas se clasificaron como *Eimeria ninakohlyakimovae* (54,9%), *Eimeria arloingi* (24,4%) y *Eimeria caprovina* (20,7%). Con respecto a la técnica de Baermann, se pudo evidenciar que, de 130 muestras analizadas, 113 resultaron positivas a la presencia de nematodos



pulmonares, siendo posible encontrar más de una especie en un mismo animal. Las especies de parásitos pulmonares identificadas fueron: *Dictyocaulus filaria* (45,4%), *Muellerius capillaris* (74,6%), *Protostrongylus rufescens* (1,5%), *Neostrongylus linearis* (1,5%) y *Cystocaulus ocreatus* (0,8%). Del coprocultivo llevado a cabo (Tabla 1), un 61,3% de las muestras resultaron positivas al desarrollo de larvas L3 de parásitos gastrointestinales de caprinos. Los géneros identificados se clasificaron como *Trichostrongylus* spp. (62,4%), *Haemonchus* spp. (21,5%), *Cooperia* spp. (8,3%), *Teladorsagia* spp. (3,3%), *Chabertia* spp. (2,4%) y *Oesophagostomum* spp. (0,9%); el 1,2% de las larvas no pudieron ser clasificadas; respecto a este hallazgo, podría tratarse de larvas de nematodos pulmonares o larvas de nematodos gastrointestinales L2.

Tabla 1. Media y desviaciones estándar de larvas de nematodos gastrointestinales obtenidas en coprocultivo de heces de caprinos de la región de Los Ríos.

Género	n	Nº celulas intestinales	Media largo total (µm)	Desviación estándar largo total (µm)	Media largo cola (µm)	Desviación estándar largo cola (µm)
<i>Trichostrongylus</i> spp.	264	16	698	58,3	32,3	4,8
<i>Haemonchus</i> spp.	91	16	679,6	51,2	57,5	14,6
<i>Cooperia</i> spp.	35	16	780,5	64,6	53,9	14,6
<i>Teladorsagia</i> spp.	14	16	783,3	36,4	34,3	6,9
<i>Chabertia</i> spp.	10	24	752,6	32,5	111,7	13,6
<i>Oesophagostomum</i> spp.	4	18	870,7	45,1	139,9	15,9

CONCLUSIONES

El estudio concluye que los caprinos de pequeños productores en la Región de Los Ríos están altamente infectados por endoparásitos, tanto gastrointestinales como pulmonares. La alta prevalencia de estas infecciones parasitarias sugiere que los productores deben implementar mejores prácticas de manejo sanitario. Se pudo evidenciar la presencia de dos especies potencialmente zoonóticas, *Fasciola hepatica* y *Trichostrongylus* spp., por lo que existe un riesgo a nivel de salud pública. Cabe mencionar que este es el primer reporte de los nematodos pulmonares *Cystocaulus ocreatus* y *Neostrongylus linearis* a nivel nacional.

REFERENCIAS

- Abu - elwafa S, Al-kappany Y, El-Alfy E. 2016. Identification of nematodes third stage larvae of ruminant animals. *EVMSPJ* 12, 60–73.
- INE. 2021. *VIII Censo Agropecuario y Forestal, año agrícola 2020 – 2021*. Santiago, Chile.
- Knoll S, Dessi G, Tamponi C, Meloni L, Cavallo L, Mehmood N, Jacquiet P, Scala A, Cappai M, Varcasia A. 2021. Practical guide for microscopic identification of infectious gastrointestinal nematode larvae in sheep from Sardinia, Italy, backed by molecular analysis. *Parasit Vectors* 14, 1 – 14.
- Oliveira de Macedo L, Bezerra M, Marinho N, Maciel G, Câmara L, Giannelli A, Nascimento R, Aparecida de Carvalho G. 2019. Morphological and epidemiological data on *Eimeria* species infecting small ruminants in Brazil. *Small Rumin Res: The Journal of the International Goat Association* 171, 37–41.
- Van Wyk A, Mayhew E. 2013. Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: A practical lab guide. *Onderstepoort J Vet Res* 80, 1 – 14.



PRIMER AISLAMIENTO DE *Prototheca ciferrii* ASOCIADO A CASO DE MASTITIS BOVINA EN CHILE

First isolation of *Prototheca ciferrii* associated with a case of bovine mastitis in Chile

J Rodríguez^{1*}, M Vásquez¹, C Cornuy² y A Mella¹

¹Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; ²Lecherías del Sur SpA *(g8.jaime@gmail.com)

INTRODUCCIÓN

La mastitis bovina es una de las enfermedades más prevalentes y costosas que afectan a los rebaños lecheros a nivel mundial (Viguer *et al.*, 2009). Su complejidad se debe a la variedad de agentes etiológicos implicados, entre los cuales se encuentra *Prototheca* spp., responsable de la mastitis prototecal. Esta patología es la enfermedad animal más significativa de origen algal, con un número creciente de casos reportados y hasta la fecha no existe tratamiento (Ely *et al.*, 2023). En Chile no se han realizado estudios que indiquen las especies más frecuentes de *Prototheca* como agente de mastitis. Por lo tanto, planteamos la hipótesis de que los aislamientos de *Prototheca* spp. asociados a casos de mastitis bovina en Chile, corresponden a más de una especie, siendo el objetivo de esta investigación identificar y genotipificar dichos aislamientos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en la Región Metropolitana y en el sur de Chile. Se analizaron 6442 muestras de leche provenientes de casos de mastitis clínica y subclínica de diferentes predios lecheros que enviaron muestras al Laboratorio de Mastitis Bovina del Instituto de Bioquímica y Microbiología de la Universidad Austral de Chile entre enero de 2023 y julio de 2024. Las muestras fueron recolectadas de manera aséptica por veterinarios encargados y procesadas según las pautas del Consejo Nacional de Mastitis para su cultivo microbiológico.

El muestreo fue por conveniencia, con el objetivo de maximizar la probabilidad de obtener aislamientos de *Prototheca* spp., ya que esta microalga es descrita como un patógeno poco frecuente en casos de mastitis. De las 6442 muestras analizadas, se diagnosticaron 16 aislamientos de *Prototheca* spp. mediante características macroscópicas y microscópicas de las colonias. Estas muestras provinieron de 7 predios del sur de Chile. Adicionalmente, se incluyeron 27 aislamientos de *Prototheca* spp. previamente criopreservados a -80°C en el laboratorio. Estos aislamientos fueron obtenidos de un brote de mastitis clínica en la Región Metropolitana y se utilizaron como material complementario de estudio.

Para la identificación de *Prototheca* spp., se examinaron microscópicamente las colonias sospechosas mediante un frotis húmedo con azul de lactofenol para observar la morfología característica de esporangios. Posteriormente, se extrajo el ADN y se realizó una PCR específica de género. La genotipificación de los aislamientos se llevó a cabo mediante la técnica de Polimorfismos de Longitud de Fragmentos de Restricción (PCR-RFLP), siguiendo el protocolo descrito por Roesler *et al.*, 2006.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 43 aislamientos de *Prototheca* spp. analizados en este estudio, 42 correspondieron a *Prototheca bovis* y uno a *Prototheca ciferrii*, de acuerdo a la técnica de PCR-RFLP. La predominancia de *P. bovis* en los casos de mastitis bovina en Chile es consistente con reportes previos en otros países que señalan a esta especie como el principal agente etiológico y que está bien adaptada al entorno lechero y al hospedador bovino (Chen *et al.*, 2024). El hallazgo de *P. ciferrii* es particularmente relevante, ya que constituye el primer reporte de esta especie como causante de mastitis bovina en Chile y el segundo a nivel global, de acuerdo a la literatura revisada. Inicialmente, *P. ciferrii* fue considerada una especie no patógena (Jagielski *et al.*, 2011); sin embargo, investigaciones más recientes han evidenciado su capacidad para provocar enfermedades en humanos y caninos (Ely *et al.*, 2023). Este descubrimiento destaca la necesidad de seguir investigando el papel de *P. ciferrii* en la salud animal, especialmente en la mastitis bovina, y de evaluar su impacto epidemiológico. No obstante, dado que la identificación de las especies se realizó mediante PCR-RFLP, es importante tener en cuenta que técnicas más avanzadas, como la secuenciación y el análisis filogenético, podrían ser necesarias en investigaciones futuras.

CONCLUSIONES

Este estudio evidencia que *Prototheca bovis* es la especie dominante en los casos de mastitis bovina en Chile. Además, se reporta por primera vez la presencia de *Prototheca ciferrii* como agente etiológico de esta enfermedad en el país.

REFERENCIAS

- Chen, J., Hu, X., Li, G., Wan, P., Shao, Z., Jin, E., Liu, X., Yang, Q., Long, A., & Qian, Y. 2024. *Veterinary Sciences*, 11, Article 1.
- Ely, V. L., Espindola, J. P., Barasuol, B. M., Sangioni, L. A., Pereira, D. B., & Botton, S. de A. 2023. *Letters in Applied Microbiology*, 76, ovad066.
- Jagielski, T., Lassa, H., Ahrholdt, J., Malinowski, E., & Roesler, U. 2011. *Veterinary Microbiology*, 149, 283-287.
- Roesler, U., Möller, A., Hensel, A., Baumann, D., & Truyen, U. (2006). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 56, 1419-1425.
- Viguier, C., Arora, S., Gilmartin, N., Welbeck, K., & O'Kennedy, R. 2009. *Trends in Biotechnology*, 27, 486-493.



EVALUACIÓN DE UNA TERAPIA EXPERIMENTAL BASADA EN SECRETOMA DE CELULAS TRONCALES MESENQUIMÁTICAS (sMSC) PARA EL TRATAMIENTO DE LA ENDOMETRITIS EN VACAS LECHERAS

Evaluation of an experimental therapy based on bovine mesenchymal stem cell (MSC) secretome for the treatment of endometritis in dairy cows

C. Díaz Boudon¹, D. Frankenberg², OA. Peralta³

¹UNED, Madrid, España; ²Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile;

³Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Biológicas y Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago 7820436 Chile, cdiaz947@alumno.uned.es

INTRODUCCIÓN

Una de las patologías más comunes del periodo de postparto en vacas lecheras son las endometritis. Se han realizado diversos estudios, donde se demuestra la resistencia de patógenos causantes de endometritis a diversos antibióticos, como es el caso de *Escherichia Coli*. En el presente estudio se evaluó como terapia alternativa, el uso de secretoma derivado de células troncales mesenquimáticas (sMSC) para el tratamiento de endometritis bovina. Nuestra hipótesis plantea que el sMSC posee propiedades inmunomoduladores, angiogénicas y antibacterianas que ejercen un rol regenerativo en casos de endometritis bovina. El objetivo del estudio fue evaluar una terapia experimental basada en sMSC en vacas con endometritis clínica.

MATERIAL Y METODOS

Las células troncales mesenquimáticas (MSCs) fueron aisladas desde tejido adiposo, médula ósea y fibroblastos. En un primer estudio se evaluó el efecto antibacteriano del medio condicionado (MC) derivado de MSCs sobre la sobrevivencia *in vitro* de *E. Coli* (ATCC®25922™). Posteriormente se realizó una prueba de seguridad en vaquillas lecheras, donde se evaluó el efecto de la administración intrauterina de sMSC sobre parámetros hematológicos, citología endometrial, cultivo bacteriano, antibiograma y parámetros clínicos. Finalmente se realizó una prueba de eficacia donde se evaluó la administración intrauterina de sMSC en vacas con endometritis clínica tipo 2 sobre citología endometrial, grado endometritis clínica (GEC) y temperatura rectal. Para el estudio de eficacia, el diseño experimental incluyó 3 grupos de vacas (n=8), 1) placebo o PBS, 2) antibiótico intrauterino Metricure y 3) sMSC, con dos aplicaciones cada grupo separado por 14 días. El sMSC liofilizado fue analizado mediante espectrometría de masa y cromatografía líquida (nano-MS/MS), para detectar el perfil de péptidos o proteínas bioactivas (De Moraes et al, 2017). La cantidad de animales del estudio se determinó considerando la eficacia o seguridad contra tratamientos estándar y placebo según estudios previos (Dubuc et al, 2021). Los datos promedios de las variables fueron comparados mediante ANOVA utilizando el software Info Stat (Córdoba, Argentina). Se realizó prueba de Shapiro-Wilk previo a ANOVA, para verificar distribución normal de datos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis *in vitro* se detectó que el MC de MSCs ejerce un efecto antibacteriano en *E. Coli*. El estudio de seguridad *in vivo* no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en las variables hematológicas, del perfil bioquímico, conteo de PMN o parámetros fisiológicos. En cuanto a cultivo y antibiograma, el 79,16% de las muestras de secreción uterina fueron



positivas a *E. Coli* y el 20,83% de las muestras presentó resistencia a cefalexina, el 4,17% a enrofloxacino y el 4,17% a Sulfa+Trimetropin.

Las vacas tratadas con sMSC o con Metricure (ATBu) mostraron un mayor ($p>0,05$) grado de recuperación clínica (Grado de endometritis, Fig. 1C) y un menor conteo de PMN (Fig. 1A) en comparación al grupo placebo durante las 4 semanas del estudio. Los valores de PMN y grado de endometritis fueron similares ($p<0,05$) entre los grupos sMSC y ATBu. El análisis proteómico detectó más de 400 proteínas en el sMSC liofilizado, de las cuales la mayor proporción (11%) corresponde a la proteína SPARC (Jiang et al, 2023), también conocida como Osteonectina o BM-40 (Fig. 1D).

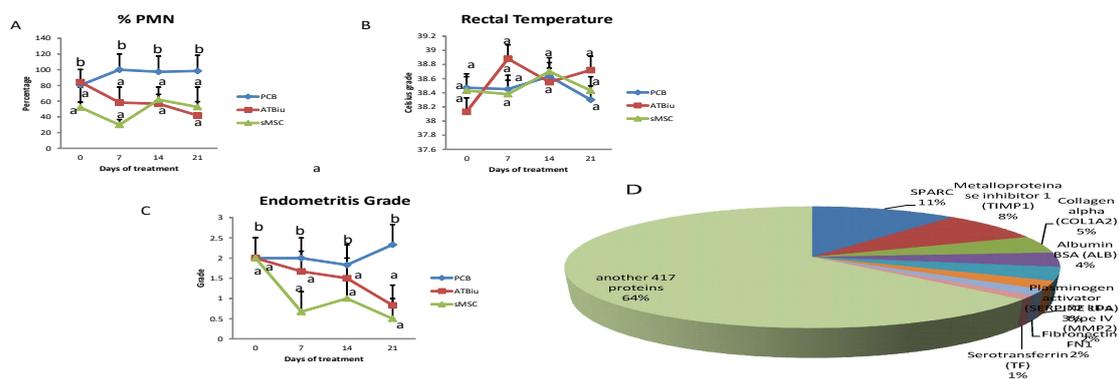


Figura 1: Niveles de PMN (A), temperatura rectal (B) y grado de endometritis clínica (C) en vacas tratadas con dos dosis de sMSC, Metricure (ATBu) y placebo (PCB). Composición de las principales proteínas detectadas en análisis proteómico de sMSC liofilizado (D).

CONCLUSIONES

Bajo condiciones in vitro, el MC de MSCs es efectivo en reducir la proliferación de *E. Coli*, especialmente en el caso de MC derivado de MSC aisladas desde tejido adiposo. El sMSC es una terapia segura y efectiva para la recuperación clínica en vacas con endometritis. El sMSC contiene una gran cantidad de proteínas o péptidos con actividad biológica. La proteína SPARC es la proteína más abundante en el sMSC y podría ser la responsable del efecto regenerativo.

REFERENCIAS

- DE MORAES CN, MAIA L, DE OLIVEIRA E, DE PAULA FREITAS C, CHAPWANYA A, DA CRUZ LANDIM-ALVARENGA F, OBA E. 2017. Veterinary Immunology and Immunopathology. 187:42-47. doi: 10.1016/j.vetimm.2017.03.007. PMID: 28494928.
- DUBUC J, FAUTEUX V, VILLETIAZ-ROBICHAUD M, ROY J, ROUSSEAU M, BUCZINSKI S. 2021. J Dairy Sci. 104(3): 3559-3563. doi: 10.3168/jds.2020-19537. PMID: 33358808.
- JIANG S, SUN HF, LI S, ZHANG N, CHEN JS, LIU JX, 2023. Front Mol Biosci. Jul 28; 10:1235428. doi: 10.3389/fmolb.2023.1235428. PMID: 37577749; PMCID: PMC10419254.



DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN TEST DIAGNÓSTICO RÁPIDO BASADO EN LAMP PARA LA DETECCIÓN DE PATÓGENOS MAMARIOS EN LECHE DE VACAS CON MASTITIS BOVINA

Development and evaluation of a rapid diagnostic test based on LAMP for the detection of mammary pathogens in milk of cows with bovine mastitis.

M. Nuñez^{1,2,3}, D. Carrillo³, N. Canales³, A. Mella³.

¹Escuela de Bioquímica, ²Escuela de Graduados, ³Instituto de Bioquímica y microbiología, Facultad de ciencias, Universidad Austral de Chile Independencia 631, Valdivia, los Ríos, Chile. (macarena.nunez@alumnos.uach.cl)

INTRODUCCIÓN

La mastitis bovina es una de las enfermedades más costosas en la industria lechera, principalmente causada por agentes microbianos. Los métodos tradicionales de diagnóstico, como el cultivo bacteriológico, son lentos y costosos. La amplificación isotérmica mediada por bucle (LAMP) ha surgido como una alternativa rápida, sensible y específica para la identificación de patógenos. Este estudio tuvo como objetivo desarrollar un *test* de LAMP para la detección de 3 patógenos frecuentes (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus uberis* y *Escherichia coli*) y dos emergentes (*Mycoplasma bovis* y *Prototheca bovis*) en muestras de leche de vacas con mastitis.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñaron primers específicos de LAMP para cada uno de los patógenos utilizando secuencias genómicas disponibles en la base de datos NCBI y se verificaron *in silico* por primer BLAST. Los partidores se diseñaron mediante la plataforma NEB LAMP primer design tool. Se probaron cepas ATCC de *S. aureus*, *S. uberis*, *E. coli* y *M. bovis*, y cepa SAG de *P. bovis*. El DNA genómico se extrajo y cuantificó para evaluar la especificidad analítica y límite de detección del *test* de LAMP. La especificidad analítica se determinó verificando que los primers amplificaran únicamente el DNA del patógeno objetivo y, las diluciones seriadas de DNA permitieron establecer el límite de detección. Las reacciones de LAMP se detectaron visualmente mediante fluorescencia en luz UV y se cuantificó con ImageJ.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primers diseñados para *S. aureus*, *S. uberis*, *E. coli* y *P. bovis* mostraron alta especificidad amplificando solo en presencia del DNA del patógeno correspondiente (Figura 1). En el caso de *M. bovis*, se observó amplificación inespecífica lo que sugiere la necesidad de rediseñar los primers. El límite de detección fue de 0,01 ng de ADN para *S. aureus* y *S. uberis* y de 0,001 ng para *E. coli* y *P. bovis* (Figura 2). Estos resultados resaltan el potencial del método LAMP como una herramienta rápida y precisa para el diagnóstico de mastitis bovina, ofreciendo resultados en menos de una hora y sin necesidad de un equipo especializado, lo que lo hace ideal para su uso en campo.



Muestra \ Primers	<i>S. aureus</i>	<i>S. uberis</i>	<i>E. coli</i>	<i>M. bovis</i>	<i>P. bovis</i>	(-)
<i>S. aureus</i>						
<i>S. uberis</i>						
<i>E. coli</i>						
<i>P. bovis</i>						
<i>M. bovis</i>						

Figura 1. Determinación de la especificidad Analítica del test de LAMP.

Muestra \ Cantidad	100 ng	10 ng	1 ng	0,1 ng	0,01 ng	0,001 ng	0,0001 ng	(-)
<i>S. aureus</i>								
<i>S. uberis</i>								
<i>E. coli</i>								
<i>P. bovis</i>								

Figura 2. Determinación del límite de detección del test de LAMP para cada patógeno.

CONCLUSIONES

El test de LAMP mostró ser altamente específico y sensible para la detección de los patógenos causantes de mastitis bovina, con la excepción de *M. bovis*. Esta tecnología tiene el potencial de revolucionar el diagnóstico en campo, permitiendo la identificación rápida de los agentes causales de mastitis en menos de una hora, y mejorar el manejo de la enfermedad en las explotaciones lecheras, dirigiendo y reduciendo conscientemente los tratamientos antimicrobianos, mejorando la higiene en las lecherías y monitoreando continuamente los rebaños.

REFERENCIAS

- Griffioen, K., Cornelissen, J., Heuvelink, A., Adusei, D., Mevius, D., & Van Der Wal, F., 2020, *Journal of Dairy Science* 103, 8407-8420.
- Mori, Y., & Notomi, T., 2009, *Journal of Infection and Chemotherapy* 15, 62-69.



EFFECTO DEL TRANSPORTE TERRESTRE PROLONGADO SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS EN TERNEROS Y SU IMPACTO EN BIENESTAR

Effect of long-distance land transport on physiological variables in calves and their welfare impact

G. Navarro¹, Fernando Inzunza¹, Vicente Gallegos¹, E. Pavez-Muñoz^{2,3}.

¹Departamento de Ciencias Veterinarias, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. ²Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. ³Programa de Bienestar Animal, UCh. Email: gnavarro@uct.cl.

INTRODUCCIÓN

El transporte prolongado es una práctica común de realizar en los sistemas de crianza de la zona austral de Chile. En la Patagonia, se realiza la primera etapa del ciclo productivo que considera hasta el destete de los terneros, que luego son transportados hacia la zona centro sur del país para continuar con las etapas de recría y engorda. Estos viajes tienen una duración aproximada de 2-3 días recorriendo más de 1400 km (Gallo y Tadich, 2008, Werner et al, 2013). Debido a la geografía nacional, la única opción vía terrestre incluye pasar por Argentina. Durante el trayecto, los animales no reciben alimento ni agua y pueden estar expuestos a condiciones climáticas adversas. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del transporte terrestre prolongado sobre parámetros fisiológicos séricos y pérdidas de peso en terneros que viajan desde la Patagonia a la zona centro-sur y que reflejan el impacto del viaje sobre su bienestar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio contemplo dos viajes vía terrestre de 96 y 97 terneros machos de las razas Angus, Hereford y cruza, con un peso promedio de 241 kg (± 20 ; DE). Los viajes se realizaron en 2 camiones con carro desde Puerto Natales con destino Frutillar durante los meses de junio y julio del 2024, siguiendo una ruta terrestre de 3 días continuos de viaje, considerando un tramo por Argentina. Se registró el peso vivo de cada ternero al inicio y al término de cada viaje. Adicionalmente, se tomaron dos muestras de sangre en el mismo animal, una previo a la carga y una segunda posterior a la descarga en 48 y 51 animales al azar en el primer y segundo viaje, respectivamente. Se midieron las concentraciones de β -hidroxibutirato, proteínas totales, albúmina, creatinquinasa y hematocrito, para determinar parámetros de movilización de reservas grasas, deshidratación y fatiga muscular. El análisis de las variables consideró una prueba T-student pareada, para determinar diferencias medias de los valores previos y posteriores al transporte. Se fijó un valor de $P < 0,05$ para considerar diferencias estadísticamente significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó una diferencia estadísticamente significativa en todas las variables estudiadas. La concentración de β -hidroxibutirato se redujo en 0,052 mmol/L posterior al transporte ($P = 0,029$), lo que indica que, si bien los animales experimentaron falta de comida durante el viaje y pérdida de peso, no hubo movilización de reservas grasas. Similares resultados han sido reportados y son atribuidos a que la disminución se debe a la utilización del β -hidroxibutirato circulante en la sangre ya que los ruminantes producen una cantidad constante de cuerpos cetónicos (Knowles et al., 1999; Tadich et al., 2000). Las proteínas totales y albúmina



aumentaron al finalizar el transporte prolongado, en 8,44 y 3,80 g/L respectivamente ($P < 0,001$), demostrando la falta de agua y deshidratación durante el trayecto. La enzima creatinquinasa aumentó en 402,905 U/L para el final del viaje ($P = 0,002$), lo que refleja fatiga muscular probablemente por la incapacidad de poder echarse y descansar adecuadamente, además de la mantención del equilibrio. Por otro lado, el hematocrito mostró una disminución de 9,784% ($P < 0,001$), y los animales presentaron una pérdida de peso considerable (30,531 kg; $P < 0,001$; Cuadro 1) equivalente a un 12% del peso vivo, similar a lo reportado por Gallo et al. (2000) de un 10,5% en animales transportados por 24 horas en otoño-invierno.

Cuadro 1. Media \pm DE de concentración de β -hidroxibutirato, Proteínas totales, Albúmina, Creatinquinasa, Hematocrito y peso vivo, antes y después del transporte prolongado.

Variable	Muestreo		Diferencia media	IC – 95%	P
	Antes del transporte	Después del transporte			
β -hidroxibutirato (mmol/L)	0,43 \pm 0,14	0,38 \pm 0,18	0,052	0,005 – 0,09	0,029
Proteínas totales (g/L)	68,85 \pm 6,20	77,28 \pm 9,78	8,44	11,14 – 5,74	<0,001
Albúmina (g/L)	33,92 \pm 2,07	37,62 \pm 4,32	3,80	4,69 – 2,72	<0,001
Creatinquinasa (U/L)	504,84 \pm 260,88	906,74 \pm 1088,84	402,91	650,59 – 155,23	0,002
Hematocrito (%)	45,45 \pm 4,80	35,66 \pm 3,50	9,78	8,66 – 10,91	<0,001
Peso (kg)	241,80 \pm 20,96	211,27 \pm 19,48	30,53	29,20 – 31,86	<0,001

CONCLUSIONES

El transporte terrestre prolongado desde la Patagonia, tomando la ruta Chile-Argentina tiene efectos sobre las variables fisiológicas e impacta negativamente su bienestar de los terneros. Los animales pierden un 12% de su peso vivo, asociado principalmente a contenido digestivo y falta de alimento y agua. Existe evidencia de deshidratación y fatiga muscular debido a que los camiones no están adaptados para tramos largos, sumado a que los animales no pueden ser descargados, alimentados e hidratados en su paso por Argentina debido a razones de bioseguridad.

REFERENCIAS

- Gallo, C., Pérez, S., Sanhueza, C., & Gasic, J. 2000. Archivos de Medicina Veterinaria, 32, 157-170.
- Gallo, C.; Tadich, N. 2008. South America. In: Appleby, M.C., Cussen, V., Garcés, L., Lambert, L., Turner, J. Long Distance Transport and Welfare of Farm Animals. Ed. CABI, Wallingford, United Kingdom, 261–287.
- Knowles, T.G., Warriss, P.D., Brown, S.N., Edwards, J.E., 1999. Veterinary Research, 145, 575 – 582.
- Tadich, N., Gallo, C., Alvarado, M., 2000. Archivos de Medicina Veterinaria, 32, 171 – 183.
- Werner, M.; Hepp, C.; Soto, C.; Gallardo, P.; Bustamante, H.; Gallo, C. 2013. Livestock Science, 152, 42–46.



VISUALIZACIÓN Y EVALUACION DE BIOPELICULAS DE *Mycoplasma bovis* BAJO ESTRÉS TÉRMICO Y DESECACIÓN: ESTUDIO PILOTO

Visualization and evaluation of *Mycoplasma bovis* biofilms under Thermal Stress and Dehydration: Pilot study

¹N. Canales, ¹J. Aichele, ¹J. San Martín, ¹A. Mella

¹Instituto de Bioquímica y Microbiología, Universidad Austral de Chile.

niviaca.mor@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La mastitis bovina causada por *Mycoplasma bovis* (*M. bovis*) es un problema de salud significativo para el ganado lechero a nivel mundial, generando grandes pérdidas económicas debido a la falta de tratamientos efectivos y persistencia de la infección. Las infecciones por *M. bovis* son altamente contagiosas y resistentes a los tratamientos antibióticos, con una notable capacidad para formar biopelículas (Nicholas *et al.*, 2016). Esto contribuye a su supervivencia y persistencia en los rebaños, haciendo que su erradicación sea un desafío. Este estudio tiene como objetivo visualizar la formación de biopelículas en cepas de *M. bovis* mediante microscopía electrónica (ME) y evaluar su viabilidad frente a dos factores de estrés: calor y desecación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se aislaron 30 cepas de *M. bovis* de vacas afectadas por un brote de mastitis en tres lecherías del sur de Chile. De estas, se seleccionaron aleatoriamente tres cepas como productoras de biopelículas (2P, 3P y 5P) y dos como no productoras (2LV y 25LV), según su clasificación mediante tinción con cristal violeta. Las muestras fueron preparadas para ME siguiendo el protocolo de Latorre *et al.* (2010), con modificaciones. Las biopelículas se evaluaron en un fragmento de goma de pezonera (1x1cm) en los días 2, 7 y 14 en la Unidad de Microscopía Electrónica (UME) de la Universidad Austral de Chile. Para evaluar la viabilidad bacteriana bajo condiciones de estrés térmico (50°C por 40 min) y desecación (31h), se utilizaron biopelículas cultivadas en las mismas cepas evaluadas para ME, siguiendo el protocolo modificado de McAuliffe *et al.* (2006). La supervivencia bacteriana se determinó mediante recuento viable en placa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La microscopía electrónica mostró estructuras asociadas con biopelículas en todas las muestras analizadas desde el día 2 en las cepas clasificadas como productoras de biopelículas. En las cepas clasificadas inicialmente como no productoras, también se observaron biopelículas, aunque en menor medida. A partir del día 7, todas las cepas mostraron estructuras consistentes con biopelículas, lo que sugiere que el tiempo de incubación influye en la capacidad de formación de biopelículas, cuestionando los resultados obtenidos por la tinción con cristal violeta, la cual solo evaluó un periodo de incubación corto (2 días). Este hallazgo subraya la importancia de extender los tiempos de observación para una evaluación más precisa de la capacidad formadora de biopelículas (Figura 1). En cuanto a la viabilidad bacteriana bajo estrés térmico, ambas cepas productoras y no productoras mostraron una reducción significativa en la concentración de bacterias entre los días 2 y 14, pero la presencia de células viables sugiere que la biopelícula proporciona una función



protectora frente al calor (Figura 2A). En contraste, en el ensayo de desecación, las cepas evaluadas fueron más sensibles, ya que los recuentos bacterianos llegaron a cero en los últimos controles (24 y 31 h) (Figura 2B). Estos resultados concuerdan parcialmente con estudios previos (McAuliffe *et al.*, 2006), pero sugieren que la biopelícula de *M. bovis* es más resistente al calor que a la desecación, especialmente en condiciones de estrés prolongado.

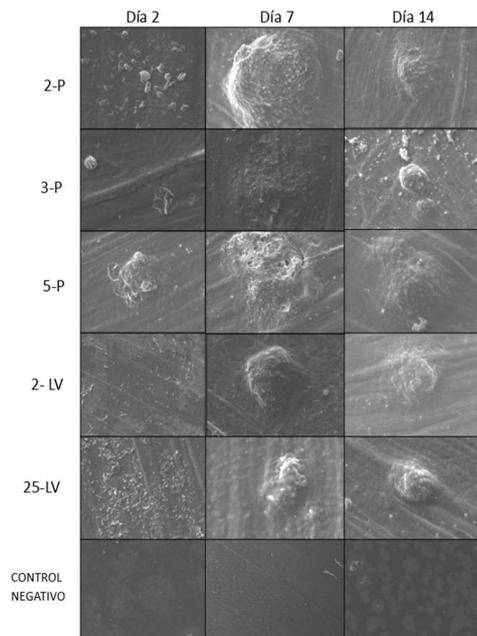


Figura 1. Imágenes de ME en goma de línea de ordeño. Ordenadas por cepas productoras de biopelícula (2-P, 3-P y 5-P), cepas no productoras de biopelícula (2-LV y 25-LV) y control negativo, las cuales se ordenan por días de incubación (2, 7 y 14 d). Escala de medición 2 μ m.

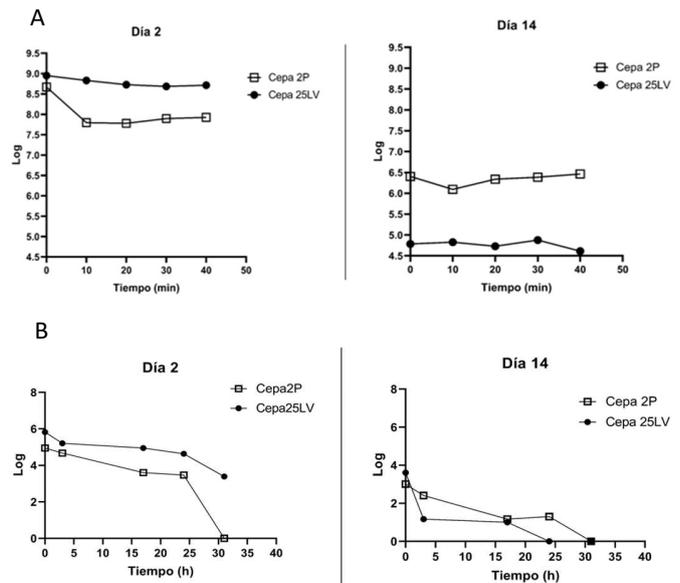


Figura 2. Resultados de los recuentos de UFC/mL en escala logarítmica en la cepa productora (2P) y no productora (25LV). **A.** Ensayo de estrés térmico para el día 2 y 14 post incubación. **B.** Desecación correspondiente a los días 2 v post incubación.

CONCLUSIONES

Este estudio proporciona la primera evidencia de formación de biopelículas de *M. bovis* en Chile. Las biopelículas fueron observables desde el día 2 y persistieron al menos hasta el día 14. Además, las cepas evaluadas *in vitro* mostraron mayor resistencia al estrés térmico que al estrés por desecación, lo que resalta la función protectora de las biopelículas frente a ciertos factores ambientales.

REFERENCIAS

- Nicholas RA, Fox LK, Lysnyansky I. 2016. *Vet J* 216, 142-147.
- Latorre A, Van Kessel J, Karns J, Zurakowski M, Pradhan A, Boor K, Jayarao B, Houser B, Daugherty C, Schukken Y. 2010. *J Dairy Sci.* 93, 2792-2802.
- McAuliffe L, Ellis R, Miles K, Ayling R, Nicholas R. 2006. *Microbiology.* 152, 913-922.



PRIMER AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE *Mycoplasma bovis* EN PULMÓN CON SOSPECHA DE ENFERMEDAD RESPIRATORIA BOVINA EN CHILE: IMPLICANCIAS PARA EL DIAGNÓSTICO Y CONTROL

First Isolation and Molecular Identification of *Mycoplasma bovis* in Lung with Suspected Bovine Respiratory Disease in Chile: Implications for Diagnosis and Control

M. Goddard^{1,2}, N. Canales¹, C. Morales¹, E. Paredes³, B. Aristizabal³, A. Mella¹.

¹ Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; ² Escuela de graduados, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile ³ Instituto de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. goddardaquilar@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La enfermedad respiratoria bovina (ERB) es uno de los mayores problemas de salud a nivel global que afecta a la industria ganadera, causando pérdidas económicas significativas. *Mycoplasma bovis* es un patógeno bacteriano clave asociado al desarrollo de neumonía crónica en bovinos, caracterizada por lesiones caseosas necróticas (Caswell *et al.*, 2010). A pesar de su relevancia, en Chile no se han reportado estudios previos sobre *M. bovis* como agente causal de ERB. Este trabajo plantea la hipótesis de que es posible aislar *M. bovis* a partir de tejido pulmonar de terneros con signología clínica de ERB, lo que contribuiría a mejorar el diagnóstico y control de esta enfermedad en el país.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre mayo y diciembre de 2022, se obtuvieron 13 muestras de tejido pulmonar de terneros con signos clínicos de ERB. Los animales fueron sometidos a eutanasia y necropsia en el Instituto de Patología Animal de la Universidad Austral de Chile. Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Mastitis Bovina para realizar cultivos de *Mycoplasma* spp. en agar Hayflick modificado. Las colonias sospechosas de *Mycoplasma* spp. fueron sometidas a PCR convencional para la identificación de *M. bovis*, según Foddai *et al.* (2005). Además, se realizó la extracción de ADN del tejido pulmonar para su detección mediante qPCR, de acuerdo con Sasche *et al.* (2010). Para ambos PCR se utilizó como control positivo la cepa ATCC 25025.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 13 muestras analizadas (Figura 1), 7 (53,8%) mostraron crecimiento de colonias sospechosas de *Mycoplasma* spp., y todas fueron confirmadas como *M. bovis* mediante PCR convencional. En el análisis por qPCR, 11 de las 13 muestras (84%) resultaron positivas..



Figura 1. Tejido de pulmón de ternero con sospecha de ERB. Se observan abscesos con material purulento.

Es importante destacar que, de las muestras positivas por qPCR, solo 7 (63,6%) presentaron crecimiento en cultivo, lo que indica la menor sensibilidad del cultivo bacteriológico para



Mycoplasma (Tabla 1). Estos resultados subrayan la importancia de implementar métodos moleculares como la qPCR para evitar falsos negativos, especialmente en casos donde el cultivo no logra detectar la presencia del patógeno.

Tabla 1. Resultados de cultivo bacteriano, PCR convencional y PCR en tiempo real para *M. bovis*.

Muestra	Cultivo	PCR convencional de cultivo	qPCR de tejido pulmonar
1	Positivo	Positivo	Positivo
2	Positivo	Positivo	Positivo
3	Positivo	Positivo	Positivo
4	Positivo	Positivo	Positivo
5	Negativo	Negativo	Negativo
6	Negativo	Negativo	Negativo
7	Positivo	Positivo	Positivo
8	Positivo	Positivo	Positivo
9	Negativo	Negativo	Positivo
10	Positivo	Positivo	Positivo
11	Negativo	Negativo	Positivo
12	Negativo	Negativo	Positivo
13	Negativo	Negativo	Positivo

CONCLUSIONES

Los resultados permiten aceptar la hipótesis planteada: es posible aislar *Mycoplasma bovis* a partir de tejido pulmonar de terneros con signología clínica de ERB. La técnica de qPCR demostró una mayor sensibilidad en comparación con el cultivo bacteriológico, lo que sugiere la necesidad de su implementación rutinaria en laboratorios de diagnóstico. Este estudio reporta, por primera vez en Chile, el aislamiento de *M. bovis* en tejido pulmonar de terneros con ERB, lo que tiene implicancias para un diagnóstico más rápido y control de la enfermedad a través de un manejo oportuno con la separación de los animales y consecuente prevención de la propagación en la industria ganadera del país.

REFERENCIAS

- Caswell J.L., Bateman K.G., Cai H.Y., Castillo-Alcalá F. 2010. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 26(2), 365–379.
- Foddai A., Idini G., Fusco M., Rosa N., de la Fe C., Zinellu S., Corona L., Tola S. 2005. *Molecular and cellular probes*, 19(3), 207–212.
- Sachse K., Salam H. S., Diller R., Schubert E., Hoffmann B., Hotzel H. 2010. *Veterinary journal* 186(3), 299–303.



EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA ALIMENTACIÓN CON LECHE DE DESCARTE, LECHE DE DESCARTE PASTEURIZADA Y LECHE COMERCIAL EN LA SALUD GASTROINTESTINAL DE TERNEROS HOLANDÉS LACTANTES

Comparative evaluation of feeding waste milk, pasteurized waste milk, and saleable milk on the gastrointestinal health in suckling Holstein calves

L. M. Padilha,¹ B. P. Santarosa¹, K. N. Silva¹, A. M. Dias¹, V. Gomes^{1*}

¹Departamento de Medicina Interna, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad de São Paulo (USP) - São Paulo, São Paulo, Brasil.

*Autor de correspondencia: viviani.gomes@usp.br Av. Prof. Orlando Marques de Paiva, 87 - Butantã, São Paulo - SP, 05508-270, Brazil. +55 11 30911331

INTRODUCCIÓN

Incluir leche de descarte (LD) en la dieta líquida de los terneros es común, principalmente para reducir los costos de cría. Esta fuente de dieta líquida puede provenir de vacas en tratamiento y puede contener residuos antimicrobianos, altos recuentos de células somáticas (RCS), calostro y leche de transición (Firth *et al.*, 2021). Es bien sabido que alimentar a los terneros con LD promueve la selección de bacterias resistentes a antimicrobianos y puede causar disbiosis en la microbiota intestinal (Penati *et al.*, 2021). El objetivo general de este estudio fue evaluar el efecto de tres diferentes fuentes de dieta líquida en la salud gastrointestinal (GI) de terneros lactantes alimentados con LD, leche de descarte pasteurizada (LDP) y leche comercial (LC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Treinta terneros machos Holandés fueron alojados en jaulas individuales en el Laboratorio de Investigación de Terneros de la FMVZ/USP, Brasil. Los animales fueron asignados aleatoriamente en tres grupos experimentales: leche de descarte pasteurizada (LDP, n = 10), leche comercial (LC, n = 10) y leche de descarte (LD, n = 10), 3L en dos alimentaciones (6L/día). A los 25 días, los terneros comenzaron a consumir 300g de alimento iniciador con 22% de proteína cruda (AgMilk, Agrocere®, Brasil) ad libitum, con un 10% de sobra. Se registraron puntuaciones diarias de diarrea (0-3+) y se recolectaron muestras fecales en los días de vida de los terneros: 7, 21, 35, 49 y 63 para medición de pH, materia seca fecal (MS), ácidos grasos de cadena corta (AGCCs). Se recolectaron muestras fecales en el primer día de diarrea para la identificación de agentes virales (Rotavirus y Coronavirus) y cultivo bacteriano mediante PCR múltiple y MALDI-TOF, respectivamente. Las muestras fecales en un colector universal se preservaron añadiendo dicromato en una proporción de 1:1, para la posterior preparación de frotis fecales y la identificación de ooquistes de *Cryptosporidium spp.* utilizando la técnica de tinción modificada de Ziehl-Neelsen. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software SAS (versión 9.0, 2002). Las frecuencias de diarrea se analizaron mediante la prueba de Chi-cuadrado. Los efectos de la dieta líquida (tratamiento) y los tiempos de muestreo se evaluaron mediante un modelo mixto. Se emplearon las pruebas de Tukey y Duncan en los casos de interacción significativa ($P \leq 0,05$) entre tratamiento*tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ocurrencia de diarrea varió entre 28, 35 y 37% desde la segunda semana hasta los 61 días de edad en los grupos LDP, LD y LC, respectivamente. Se detectó un efecto del grupo para la diarrea grave (score fecal = 3), con frecuencias de 13%, 15% y 22% en los grupos LDP, LD y LC, respectivamente. Tres de los treinta terneros (10%) no presentaron diarrea durante todo el período experimental. Las bacterias identificadas en el primer episodio de diarrea fueron *Escherichia coli spp.* (100%, 27/27), *Clostridium perfringens* (55,5%, 15/27), *Clostridium sporogenes* (3,7%, 1/27) y *Salmonella enterica* (22,2%, 6/27). Seis terneros experimentaron un segundo episodio de diarrea durante el experimento, con identificación de *Escherichia coli*



spp. (100%, 6/6). En la búsqueda de *Cryptosporidium spp.*, usando la tinción de Ziehl-Neelsen modificada, el 81.5% (22/27) de los terneros resultaron positivos, con 18.2% clasificados como 1+, 13.6% como 2+ y 68.2% como 3+. Rotavirus y Coronavirus no fueron detectados. La diarrea ocurrió solo en el período neonatal (30 días). Las frecuencias de aislamiento de *Clostridium spp.* fueron más altas en el grupo LC (21.2%, 7) en comparación con LDP (18.2%, 6) y LD (9.1%, 3). La frecuencia de positividad para *Cryptosporidium spp.* fue mayor en el grupo LD (87.5%, 7/8) en comparación con LC (69.2%, 9/13) y LDP (50.0%, 6/12). De manera similar, la frecuencia de *Salmonella enterica* fue mayor en LD (9.1%, 3) en comparación con LC (3.1%, 1) y LDP (6.1%, 2). En cuanto a la materia seca fecal (MS), hubo un efecto de tratamiento con promedios de 22.93±5.37% para LDP y 22.91±7.30% para LC, mientras que LD mostró 19.26±6.21%. De manera similar, el grupo LD presentó valores más bajos en D7 y D21. La alta carga patogénica en LD, debido a los frecuentes diagnósticos de *Cryptosporidium spp.* durante la segunda y tercera semana de vida, pudo haber contribuido a los valores más bajos de MS. El MS se alineó consistentemente con puntuaciones fecales ≥ 2 durante ese tiempo. La evaluación del pH fecal y AGCC mostró un efecto de los tiempos de muestreo. Se detectó una interacción tratamiento*edad para el peso semanal. Además, se encontró un efecto de la edad para los parámetros de peso semanal.

Tabla 1. Efecto de la dieta líquida en la materia seca fecal (MS), pH fecal, ácidos grasos de cadena corta (AGCC) de 30 terneros machos Holandés lactantes.

	Grupos			P-valor		
	LDP	LC	LD	Grupo	Tiempo	G*T
Peso Final (kg)	86.9 ± 5.6	89.6 ± 4.4	90.5 ± 1.8	0.81	-	-
Peso semanal (kg)	73.7 ± 2.1	74.9 ± 2.1	75.3 ± 1.7	0.84	0.00	0.04
Ganancia do peso semanal (kg)	5.9 ± 0.5	5.5 ± 0.5	5.6 ± 0.5	0.86	0.72	0.35
MS (%)	22.93 ± 5.37	22.91 ± 7.30	19.26 ± 6.21	0.0251	0.26	0.26
pH	6.69± 0.78	6.55 ± 0.67	6.74± 0.77	0.5406	<.0001	0.28
AGCC total (mM)	102.61±35.25	96.56 ±34.93	91.33±34.19	0.5314	0.0004	0.26

CONCLUSIONES

Alimentar a los terneros con LD y LDP afectó su salud gastrointestinal durante el primer mes de vida, ya que se observó una mayor frecuencia de diarrea y un menor valor de MS en el grupo LD. Sin embargo, después de este período, junto con el consumo ad libitum de alimento iniciador de alta calidad desde los 21 días de vida, los animales se adaptaron y no sufrieron retrocesos en su desarrollo.

REFERENCIAS

Firth CL, Kremer K, Werner T, Käsbohrer A. 2021. Pathogens. 10(112),1-20.
Penati



LIPIDOSIS HEPÁTICA EN VACAS LECHERAS A PASTOREO II: RELACIÓN CON SALUD Y RENDIMIENTO PRODUCTIVO

Hepatic lipidosis in grazing dairy cows II: Relationship with health and productive performance

A. Ruiz-Salazar^{1,5}, E. Pavez-Muñoz^{1,5}, R. Chihuailaf², C. Ríos³, M. Fry⁴, P. Sepúlveda-Varas^{2,5}.
¹Escuela de Graduados. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile (UACH).
²Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias. Facultad de Ciencias Veterinarias, UACH. ³Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás. ⁴College of Veterinary Medicine, University of Tennessee. ⁵Programa de Bienestar Animal, UACH. Email: anghy.ruiz@alumnos.uach.cl

INTRODUCCIÓN

La lipidosis hepática (LH) afecta a vacas lecheras en sistemas pastoriles y estabulados. Si bien la LH se ha asociado con un deterioro en la salud y rendimiento productivo en vacas estabuladas, existe poca claridad sobre su impacto en vacas de mediana producción bajo un sistema pastoril. El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre LH, salud y parámetros productivos en vacas lecheras a pastoreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló durante la temporada de partos de primavera de los años 2022 y 2023 en la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Universidad Austral de Chile. Se obtuvo muestras de tejido hepático de 103 vacas Holstein de producción moderada (29 primíparas y 74 multíparas) por punción con aguja fina al día 10 postparto (± 2 ; DE), las cuales fueron analizadas a través de citología para la cuantificación del contenido de lípidos en los hepatocitos (Fry et al., 2018). Según esto, la LH se clasificó en leve, moderada y severa. Las vacas se examinaron cada 3 días y hasta el día 14 postparto para el diagnóstico de enfermedades clínicas. A su vez, se obtuvo una muestra de sangre dentro de las primeras 24 h posteriores al parto para determinar concentraciones de calcio, y a los 7, 10 y 19 (± 1) días postparto para determinar la concentración de β -hidroxibutirato (BHB), ácidos grasos no esterificados (NEFA), colesterol y magnesio, con el fin de evaluar el balance energético y movilización grasa, y diagnosticar enfermedades subclínicas (hipocalcemia, Ca $< 2,0$ mmol/L; hipomagnesemia, Mg $< 0,65$ mmol/L; cetosis, BHB $> 1,2$ mmol/L). La producción láctea individual fue registrada diariamente desde el día 7 hasta el día 90 postparto, evaluándose como litros de producción acumulada en 4 períodos: 7 a 21 días en leche (DEL); 22 a 60 DEL; 61 a 90 DEL y 7 a 90 DEL. En los 30, 60 y 90 DEL se obtuvo una muestra de leche para analizar el contenido de grasa y proteína. La relación entre LH y el estado de salud se analizó con modelos de regresión logística, y la relación con balance energético y performance productiva a través de modelos lineales mixtos. Ambos consideraron como efectos fijos el grado de LH, número de partos, día de muestreo, condición corporal al parto, mes de parto y el efecto aleatorio del individuo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presentación de la LH fue de 52,4% para casos leves, 24,3% casos moderados y 23,3% casos severos. Las vacas con LH moderada y severa evidenciaron un incremento en las concentraciones de BHB de 0,24 mmol/L ($P = 0,004$; IC 95% = 0,08 – 0,40) y 0,53 mmol/L ($P < 0,001$; IC 95% = 0,37 – 0,69), respectivamente, en comparación con LH leve. Las concentraciones de NEFA se relacionaron con la presentación de LH moderada y severa, observándose un incremento de 205 $\mu\text{mol/L}$ ($P = 0,017$; IC 95% = 37 – 371) y 470 $\mu\text{mol/L}$ ($P < 0,001$; IC 95% = 294 – 645), respectivamente, comparado con LH leve. No se evidenció relación entre las concentraciones de colesterol sanguíneo con LH. Respecto a las enfermedades evaluadas (Cuadro 1), sólo cetosis subclínica se asoció con LH ($P < 0,001$). Las vacas con LH severa y moderada presentaron 20,5 (OR; IC 95% = 5,3 – 108,9) y 6,4 (OR;



IC 95% = 2,1 – 22,0) más riesgo de presentar la enfermedad en comparación con LH leve. El resto de las enfermedades clínicas (retención de placenta, cojera, hipocalcemia puerperal y mastitis) no se analizaron estadísticamente debido a la baja frecuencia de eventos.

Cuadro 1. Incidencia de enfermedades clínicas y subclínicas durante los primeros 21 días postparto en vacas lecheras a pastoreo según grado de lipidosis hepática.

Incidencia	Lipidosis hepática					
	Leve		Moderada		Severa	
	%	n	%	n	%	n
Cetosis subclínica	24,1	13	68,0	17	79,2	19
Hipocalcemia subclínica	27,8	15	28,0	7	45,8	11
Hipomagnesemia subclínica	38,9	21	36,0	9	62,5	15
Metritis puerperal	9,3	5	8,0	2	20,8	5

Vacas con LH severa presentaron una reducción en 0,11 unidades de proteína láctea ($P = 0,046$; IC 95% = -0,21 – -0,001) en comparación a las vacas con LH leve, sin observarse variaciones en la grasa láctea ($P > 0,1$). La producción de leche se afectó por el grado de LH, donde las vacas con LH severa produjeron en promedio 161 litros más en todo el período de medición ($P < 0,001$; IC 95% = 67,3 – 255,1; Figura 1) con respecto a LH leve. Este aumento en la producción podría ocurrir a expensas de la mayor movilización grasa en los animales con LH severa, relación descrita anteriormente en vacas estabuladas (Arshad y Santos, 2022).

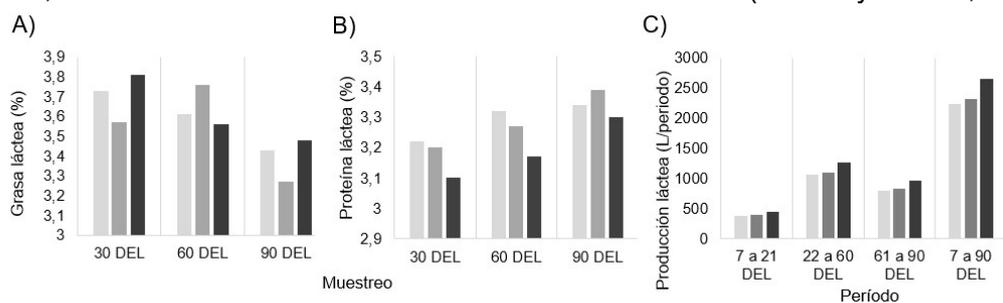


Figura 1. Producción media de (A) grasa láctea (%), (B) proteína láctea (%) y (C) producción láctea acumulada (L/período) en cada período en vacas lecheras a pastoreo según grado de lipidosis hepática (leve, barra gris claro; moderada, barra gris oscuro; severa, barra negra).

CONCLUSIONES

La LH severa en vacas lecheras de producción moderada aumenta el riesgo de cetosis subclínica, pero no de hipocalcemia, hipomagnesemia o metritis. A su vez, la LH severa disminuye el contenido de proteína láctea y aumenta la producción de leche, pero a expensas de una mayor movilización de reservas grasas corporales.

REFERENCIAS

- Arshad, U., & Santos, J. E. P., 2022. *Journal of Dairy Science*, 105, 5393–5409.
- Fry, M. M., Yao, B., Ríos, C., Wong, C., Mann, S., McArt, J. A. A., Nydam, D. V., Leal Yepes, F. A., Viesselmann, L., Geick, A., Goldin, K., Jordan, A., & Behling-Kelly, E., 2018. *Journal of Dairy Science*, 101, 1379–1387.
- M, Sala G, Biscarini F, Boccardo A, Bronzo V, Castiglioni B, Cremonesi P, Moroni P, Pravettoni D, Addis MF. 2021. *Frontiers in Veterinary Science*. 8, 1-13.



DESCRIPCIÓN DE LAS IMÁGENES DE ULTRASONIDOS PULMONARES DE TERNEROS CON ASFIXIA NEONATAL

Description of lung ultrasound images of calves with neonatal asphyxia

A. C. A Abreu,¹ G. S. Fregolon¹, J. F. P. Cajueiro¹, S. Buczinski¹, V. Gomes¹

¹Department of Internal Medicine, School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of São Paulo– São Paulo, São Paulo, Brazil. viviani.gomes@usp.br

INTRODUCCIÓN

La ultrasonografía se destaca por permitir una evaluación en tiempo real, con imágenes dinámicas, facilitando el seguimiento de la transición fisiológica del sistema cardiorrespiratorio desde el ambiente intrauterino hasta la vida neonatal (Jung y Bostedt, 2004). En humanos se observa un uso destacado de esta técnica, sin embargo ha sido poco explorada en la neonatología bovina. El objetivo de esta investigación es describir imágenes ecográficas pulmonares en neonatos bovinos nacidos con asfixia y sin asfixia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron terneros de la raza holandesa, provenientes de partos vaginales, con o sin necesidad de intervención en el parto. La evaluación del puntaje de vitalidad mediante el “Calf Vigor Score” se realizó de 0 a 10 minutos de vida, seguida de asistencia neonatal (Figura 1). Se recolectaron 2 mL de sangre de la arteria coccígea para gasometría, utilizando el analizador clínico portátil i-STAT (Abbott®), la cual se repitió a los 70 minutos de vida, con el fin de clasificar al neonato en acidemia mixta transitoria o persistente. El ultrasonido pulmonar se realizó inmediatamente después del nacimiento (de 0 hasta 30 minutos), 1h, 2h, 3h, 4h, 6h, 12h y 24h postnacimiento. Se utilizó el aparato Mindray modelo M5Vet, con una sonda lineal transrectal de 38 mm Mindray modelo 7L4s de 3.5-13MHz, en una frecuencia de 6.5 MHz, profundidad de 8.6 cm y ganancia de 54dB, tras la tricotomía y aplicación de alcohol al 70% para demarcar las ventanas de ultrasonido, desde el 7° hasta el 5° espacio intercostal. La imagen obtenida de cada video registrado obedecía al criterio de mostrar el bucle con el mayor número o gravedad de artefactos. La propuesta de puntuación para la evaluación de las imágenes de ultrasonido se basó en los estudios de neonatología humana publicados por Brat *et al.* (2015) y Raimondi *et al.*, (2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 presenta una propuesta de puntuación para la interpretación de las imágenes de ultrasonido en perinatología bovina: 0: Pulmón aireado, presencia de líneas A sin alteración pleural; 1: Pulmón parcialmente aireado, líneas A y hasta 3 líneas B; 2: Presencia de líquido amniótico, líneas B y/o “White lung”; 3: Área de atelectasia con incongruencia pleural.”

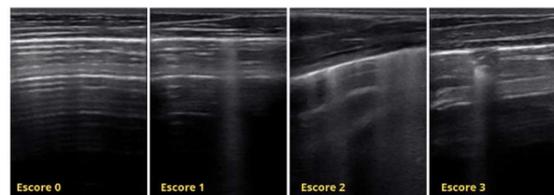


Figura 1- Propuesta de puntuación para la evaluación del proceso de depuración y complacencia pulmonar en neonatos bovinos.



La mayoría de los animales nacieron de distocias con intervención, aunque la mayoría de los neonatos no presentaron alteraciones en la estática fetal. La puntuación de vitalidad adoptada no parece mostrar correlación con el desarrollo de asfixia perinatal. Las imágenes obtenidas indicaron cambios significativos a lo largo del tiempo, demostrando la rápida expansión pulmonar en dirección caudo-craneal. Las Figuras 2 y 3 muestran la evolución del patrón de ultrasonido pulmonar de dos neonatos distintos, con o sin asfixia perinatal, según la interpretación de la gasometría.

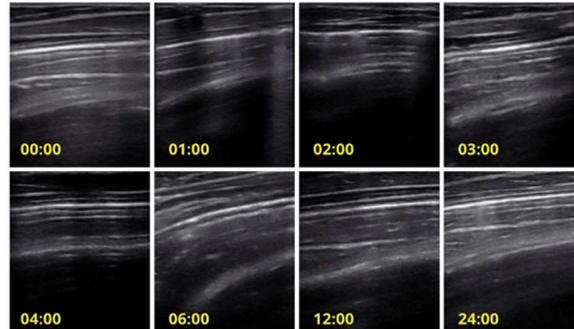


Figura 2 - Imágenes ultrasonográficas pulmonares secuenciales del 5° espacio intercostal derecho en un ternero sano que no manifiesta asfixia perinatal.

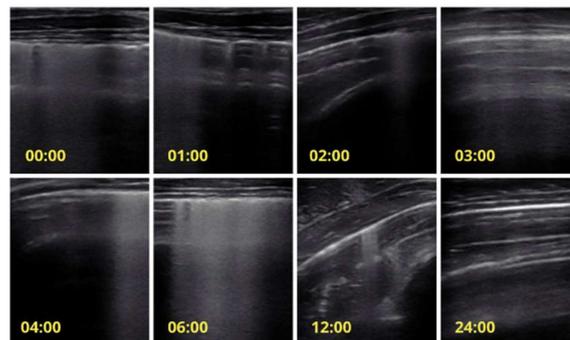


Figura 3 - Imágenes ultrasonográficas pulmonares secuenciales del 5° espacio intercostal derecho en un ternero que manifiesta asfixia perinatal.

CONCLUSIONES

La ultrasonografía pulmonar demostró ser una herramienta prometedora para la evaluación de la adaptación pulmonar a la vida extrauterina. Se necesitan estudios futuros para la validación del sistema de puntuación propuesto.

REFERENCIAS:

- Brat R., Yousef, N., Klifa, R., Reynaud, S., Aguilera, S. S., De Luca, D. 2015. *JAMA Pediatrics* 169(8), e151797-.
- Jung C., H. Bostedt. 2004. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 45, 331-335.
- Raimondi F., Cattarossi L.; Copetti R. 2014. *Neoreviews* 15, e2–e6.



BROTE DE MASTITIS BOVINA CAUSADO POR *Mycoplasma bovis* and *Mycoplasma californicum* EN UN REBAÑO LECHERO EN CHILE.

Outbreak of Bovine Mastitis due to *Mycoplasma bovis* and *Mycoplasma californicum* in a Dairy Herd in Chile.

F. Ulloa¹, M. Goddard², N. Canales², D. Bórquez², M. Penati³, E. García², and A. Mella²

¹Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ²Laboratorio de Mastitis Bovina, Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ³Department of Veterinary Medicine and Animal Sciences – DIVAS, University of Milan, 26900, Lodi. fernando.ulloa.o@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las infecciones intramamarias bovinas causadas por especies de *Mycoplasma* son una preocupación creciente en la industria lechera mundial. En los últimos años, se ha observado un aumento en la prevalencia de mastitis causada por estos agentes, principalmente asociada con lecherías de gran tamaño. Además de mastitis, las infecciones por *Mycoplasma* también pueden estar asociadas a enfermedades respiratorias, otitis, trastornos reproductivos y artritis (Nicholas *et al.*, 2016, Gelgie *et al.*, 2024). Las infecciones intramamarias causadas por *Mycoplasma* son muy contagiosas, resistentes a los tratamientos con antibióticos y pueden afectar a varios cuartos, lo que reduce la producción de leche y hace necesaria la segregación o la eliminación de los animales infectados. Se han identificado varias especies de *Mycoplasma* como agentes de mastitis en bovinos, pero entre ellas *M. bovis* causa los casos más graves. Estudios previos en Chile han identificado *M. bovis*, *M. bovigenitalium* y *M. alkalescens* en leche de estanque, y *M. alkalescens* en vacas con mastitis subclínica (Ulloa *et al.*, 2021). Si bien la presencia de *M. bovis* en el estanque de leche indica que en el rebaño hay al menos una vaca con infección intramamaria, hasta la fecha no se han reportado casos de mastitis por este patógeno en rebaños chilenos. Este estudio tuvo como objetivo describir un brote de mastitis bovina causado por *M. bovis* y *M. californicum* en una lechería de gran tamaño en Chile.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal en un rebaño que tenía aproximadamente 1.500 vacas en ordeño. El rebaño estaba en un sistema estabulado donde frecuentemente eran incorporadas vacas provenientes de otras lecherías. La producción diaria promedio era de 31,4 L y el promedio de los recuentos de células somáticas (RCS) de los 2 meses anteriores al muestreo era de 195.000 y 230.000 cél/mL. En julio de 2019, hubo un aumento en los casos de mastitis clínica (MC) que no respondieron al tratamiento y de los cuales no se aislaron patógenos mamarios comunes. Posteriormente, en agosto de 2019, se aisló *Mycoplasma* spp. de cuatro muestras de leche de estanque. Después de dos meses, en octubre de 2019 se realizó una visita para recolectar muestras de leche de vacas con mastitis.

Se incluyeron un total de 155 vacas con mastitis subclínica (RCS >200.000 cél/mL) o con MC. Se recolectaron muestras de leche compuestas y de cuartos, las cuales se transportaron inmediatamente para su análisis. Se realizó el cultivo estándar de leche para aislar patógenos comunes de mastitis y adicionalmente se realizó el cultivo especial de *Mycoplasma* (Middleton *et al.*, 2017). Los aislados de *Mycoplasma* se identificaron mediante PCR convencional, secuenciación del gen *16S ARNr* y secuenciación del genoma completo.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en el cuadro 1, en el grupo de mastitis subclínica (n=106), se identificó *M. bovis* en 5 muestras (4,72%) y *M. californicum* en 4 (3,77%). El grupo de MC (n=49) exhibió una mayor prevalencia de *M. bovis*, con 16 muestras positivas (32,65%), y *M. californicum* con 10 muestras positivas (20,41%) e infecciones mixtas con ambas especies en 3 vacas (6,12%). Todos los aislamientos de *M. bovis* fueron confirmados mediante secuenciación del gen 16S *ARNr*, ANI y análisis de DDH, mostrando una alta similitud con la cepa *M. bovis* PG45. Además, todos los aislados fueron identificados como ST60 por MLST.

La coinfección con *M. bovis* y *M. californicum* en vacas con infección intramamaria muestra la naturaleza compleja de estos brotes de mastitis. Factores como el tamaño del rebaño, el movimiento de los animales y las prácticas de higiene inadecuadas se han asociado a la presencia de *Mycoplasma* en los rebaños lecheros (Gelgie *et al.*, 2024). Las *Mycoplasma* spp., específicamente *M. bovis*, están presentes en Chile como causa de infecciones intramamarias en vacas de lecheras. Se recomienda el seguimiento regular de la leche de estanque y la realización de pruebas específicas a las vacas con sospecha de infecciones por *Mycoplasma* para prevenir una mayor transmisión de estos patógenos.

Cuadro 1. Especies de *Mycoplasma* identificadas en muestras de mastitis clínica y subclínica.

Resultado	Mastitis subclínica	Mastitis clínica	Total
<i>M. bovis</i>	5 (4,7%)	16 (32,7%)	21 (13,6%)
<i>M. californicum</i>	4 (3,8%)	10 (20,4%)	14 (9,0%)
<i>M. bovis</i> + <i>M. californicum</i>	-	3 (6,1%)	3 (1,9%)
<i>Mycoplasma</i> spp.	-	1 (2,0%)	1 (0,7%)
Negativa	97 (91,5%)	19 (38,8%)	116 (74,8%)
Total	106 (100%)	49 (100%)	155 (100%)

CONCLUSIONES

Este es el primer reporte de infecciones intramamarias causadas por *M. bovis* y *M. californicum* en Chile, lo que enfatiza el riesgo potencial que estos patógenos representan para los rebaños lecheros de la zona. Los hallazgos muestran la importancia de implementar medidas efectivas de bioseguridad y programas de vigilancia para prevenir la propagación de infecciones por *Mycoplasma* en las lecherías chilenas.

REFERENCIAS

- Gelgie AE, Desai SE, Gelalcha BD, Kerro Dego O. 2024. *Front Vet Sci* 11, 1322267.
- Middleton JR, Fox LK, Pighetti G. 2017. National Mastitis Council, New Prague, Minnesota, EE.UU. Pp 151.
- Nicholas RA, Fox, L. K., Lysnyansky, I. 2016. *Vet J* 216, 142–147.
- Ulloa F, Soto, JP, Kruze J, Mella A. 2021. *Austral J Vet Sci* 53, 109–113.



PREVALENCIA DE *Mycoplasma* spp. EN HISOPADOS NASALES DE TERNEROS DE LECHERÍAS Y LECHE DE DESCARTE EN EL SUR DE CHILE

Prevalence of *Mycoplasma* spp. in nasal swabs of dairy calves and waste milk in southern Chile

F. Ulloa^{1,2}, J. Hernández-Agudelo^{1,2}, N. Canales^{1,3}, J. Soto⁴, A. Mella³, P. Steuer¹, C. Tejada¹, M. Salgado¹.

¹Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, ²Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, ³Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, ⁴Prolesur, Los Lagos, Chile. (fernando.ulloa.o@gmail.com)

INTRODUCCIÓN

Los micoplasmas son patógenos importantes que afectan a vacas y terneros de lecherías en todo el mundo. En los últimos años, estos agentes han surgido como una causa importante de infecciones intramamarias en vacas y una causa común de infecciones respiratorias, otitis y artritis en terneros. En los terneros, el modo primario de transmisión es la vía respiratoria debido a la inhalación de aerosoles, la ingestión de leche de vacas con mastitis o por contacto nariz a nariz (Nicholas *et al.*, 2016).

En Chile, estudios previos han descrito el aislamiento de *M. bovis*, *M. bovigenitalium*, *M. alkalescens* y *M. californicum* en leche de estanque y muestras individuales de leche de vacas (Ulloa *et al.*, 2021), sin embargo, se desconoce la prevalencia de estos patógenos en terneros. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo determinar la prevalencia de *Mycoplasma* spp. en hisopados nasales de terneros de lecherías en el sur de Chile.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal durante julio y septiembre de 2023 para investigar la prevalencia de *Mycoplasma* en hisopados nasales de terneros menores a 60 días en las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Se realizó un muestreo multietapa que consideró la selección por conveniencia de 40 rebaños lecheros, mientras que, en la segunda etapa, se seleccionaron aleatoriamente el 10% de los terneros presentes en cada lechería. El tamaño de la muestra se calculó basado en un 5% de margen de error, un 95% de nivel de confianza y una prevalencia esperada de un 50%, lo que resultó en una muestra mínima de 384 animales. Adicionalmente, se obtuvieron muestras de leche de descarte y se aplicó una encuesta para caracterizar las lecherías.

Las muestras de leche de descarte y los hisopos nasales obtenidos se enviaron inmediatamente al laboratorio a 0-4°C para su análisis. Las muestras fueron enriquecidas en caldo Hayflick modificado por 72 h. Posteriormente, se traspasaron 50 µL del caldo en una placa de agar Hayflick modificado de acuerdo con el protocolo descrito por Ulloa *et al.*, (2021). Simultáneamente, las muestras de leche de descarte se inocularon directamente en las placas sin el paso de enriquecimiento. Las placas se incubaron a 37°C con 10% de CO₂ y se examinaron a los 5-12 días de incubación para detectar las colonias típicas. Posteriormente, se extrajo el ADN de las colonias sospechosas con un kit comercial QIAamp DNA Mini Kit (Qiagen, Hilden, Germany), utilizando el protocolo recomendado por el fabricante. La



identificación de las colonias se realizó utilizando la secuenciación del genoma completo, análisis de índices OGRI y análisis filogenéticos. Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo para caracterizar la población del estudio basado en las pruebas diagnósticas y en las respuestas de la encuesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se muestrearon 589 terneros desde los cuales en 29 (4,58%) se obtuvieron muestras positivas para *M. bovirhinis*. No se detectaron otras especies de *Mycoplasma* en las muestras. Las muestras positivas provenían de 14 de 40 lecherías (35,0%), lo que sugiere que *M. bovirhinis* está ampliamente distribuido en terneros de lecherías en el sur de Chile. La positividad promedio en los rebaños fue de 16,0% (2,0-40,0%). La mayoría de las lecherías eran sistemas pastoriles biestacionales. Los terneros eran criados principalmente en terneras colectivas con capacidad para 5-10 terneros. La mayoría de las lecherías alimentaba a los terneros con leche de descarte y leche de estanque. De acuerdo al tamaño del rebaño, el 21% de los rebaños pequeños, el 33% de los medianos y el 47% de los grandes tenían al menos una muestra positiva a *M. bovirhinis*. Este especie es un microorganismo comensal que habita en el tracto respiratorio y en los órganos reproductivos de bovinos. A menudo está involucrado en infecciones respiratorias asociado con *M. bovis*, *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida* and *Haemophilus somnus* (Frucchi *et al.*, 2024). Es importante considerar que los hisopados nasales tienen menor sensibilidad que los hisopados tonsilares o el lavado traqueobronquial, y el cultivo es menos sensible que otras técnicas como la PCR, por lo que es probable que la prevalencia real de *M. bovirhinis* esté subestimada.

Respecto a la detección de *Mycoplasma* spp. en leche de descarte, estos no fueron aislados desde ninguna muestra. Hay evidencia que la prevalencia de *Mycoplasma* en el calostro y en los casos de mastitis clínica es baja en rebaños endémicamente infectados. Sin embargo, otras técnicas de diagnóstico, o muestreos seriados pueden ser necesarios para detectar *Mycoplasma* en este tipo de muestras. Considerando estos hallazgos, estudios futuros deberían profundizar en la identificación de los factores de riesgo asociados con *M. bovirhinis* en terneros lecheros y explorar la genotipificación de los aislamientos para una comprensión más completa de la dinámica de estas bacterias.

CONCLUSIONES

Mycoplasma bovirhinis está ampliamente distribuido en terneros de lecherías en el sur de Chile con una baja prevalencia, sin embargo, no se detectaron otras especies de *Mycoplasma*.

REFERENCIAS

- Frucchi, A. P. S., Dall Agnol, A. M., Caldart, E. T., Bronkhorst, D. E., Alfieri, A. F., Alfieri, A. A., & Headley, S. A. 2024. *Pathogens (Basel, Switzerland)* 13, 114.
- Nicholas, R. A., Fox, L. K., & Lysnyansky, I. 2016. *Vet J* 216, 142–147.
- Ulloa, F., Soto, J. P., Kruze, J., & Mella, A. 2021. *Austral J Vet Sci* 53, 109–113.



EFICACIA DEL TRATAMIENTO CON IONES DE COBRE SOBRE BACTERIAS Y RESIDUOS DE ANTIBIÓTICOS CONTENIDOS EN LA LECHE DE DESCARTE BOVINA

Efficacy of copper ion treatment on bacteria and antibiotic residues contained in bovine waste milk

F. Ulloa^{1,2}, M. Penati³, C. Naegel², C. Tejada², M. Hernández-Agudelo^{1,2}, P. Steuer², and M. Salgado²

¹Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ²Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ³Department of Veterinary Medicine and Animal Science - DIVAS, University of Milan, Lodi, Italy. (fernando.ulloa.o@gmail.com)

INTRODUCCIÓN

La leche de descarte posee una gran cantidad de bacterias y residuos de antibióticos, sin embargo, es ampliamente utilizada por los productores lecheros para la alimentación de terneros. Los terneros alimentados con leche de descarte sin tratar tienen una mayor incidencia de diarrea, menores ganancias de peso y un mayor riesgo de desarrollar bacterias resistentes a los antimicrobianos (Maynou *et al.* 2017, Penati *et al.*, 2021). Aunque la pasteurización es eficaz para controlar los microorganismos, algunos patógenos tienen la capacidad de resistir este proceso térmico. Además, la pasteurización no tiene efecto sobre los residuos antibióticos (Ricci *et al.*, 2017). A lo largo del tiempo, se han evaluado diversos métodos para degradar los residuos de antibióticos, pero hasta ahora, ninguno ha sido implementado con éxito en la práctica (Ricci *et al.*, 2017). Estudios previos han mostrado la efectividad de los iones de cobre para inactivar bacterias y afectar la detección de penicilina en leche artificialmente contaminada, sin embargo, su aplicación en leche de descarte aún no ha sido evaluada (Steuer *et al.*, 2018; Ulloa *et al.*, 2024). Es por ello por lo que este estudio tuvo como objetivo, evaluar la eficacia de un tratamiento basado en iones de cobre, sobre las bacterias y los antibióticos contenidos en la leche de descarte bovina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental, con un muestreo longitudinal durante siete semanas en una lechería ubicada en la región de Los Lagos, que tenía aproximadamente 1,400 vacas en ordeña. Se recolectaron 7 muestras de leche de descarte desde un estanque dispuesto para su almacenamiento. Las muestras fueron recolectadas, transportadas al laboratorio y tratadas con iones de cobre según el protocolo descrito por Steuer *et al.* (2018). Se obtuvieron submuestras en triplicado antes del tratamiento con iones de cobre, a los 15 y 30 minutos de tratamiento. Se realizaron análisis microbiológicos para evaluar el impacto del tratamiento con iones de cobre en la leche de descarte en todas las muestras obtenidas. Estos análisis involucraron la detección y cuantificación de poblaciones bacterianas relevantes para la calidad de la leche y la salud animal a través de cultivo y qPCR. Los análisis incluyeron el recuento bacteriano total (RBT), recuento de coliformes totales, recuento de *Streptococcus* spp., recuento de *Staphylococcus* spp., detección de *Listeria* spp., detección de *Salmonella* spp., detección de *Mycoplasma* spp., detección de *Mycobacterium bovis* y *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*. Adicionalmente, se utilizó una técnica de análisis metagenómico basado en metabarcoding del gen *16S ARNr* en una muestra para conocer las comunidades microbianas antes del tratamiento. Adicionalmente, se realizó la detección de residuos de antibióticos en todas las muestras de leche utilizando el método rápido de prueba IDEXX SNAPduo ST Plus Test (Idexx Laboratories Inc., Westbrook, ME). El análisis de datos se realizó utilizando el software R (v4.2.1; R Core Team 2022) y Excel 2016 (Microsoft Corp.,



Redmond, WA). Se usó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para determinar las diferencias significativas en las concentraciones de bacterias antes y después del tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes del tratamiento, el RBT promedio de las muestras de leche de descarte fue de $4,0 \times 10^6$ UFC/ml, $1,7 \times 10^4$ UFC/ml para coliformes, $2,6 \times 10^6$ UFC/ml para *Streptococcus* spp. y $5,4 \times 10^2$ UFC/ml para *Staphylococcus* spp. No se detectó *Salmonella* spp., *Mycoplasma* spp. o *Mycobacterium* spp. Cabe destacar que el RBT indicó de manera consistente una alta concentración bacteriana en la leche de descarte, lo que sugiere la presencia de una población significativa de bacterias ambientales y patógenas.

Debido a las limitaciones de los métodos basados en cultivos, que solo detectan bacterias que pueden crecer en condiciones específicas, se empleó una prueba auxiliar para complementar la información obtenida del cultivo. El análisis metagenómico mostró una comunidad bacteriana muy diversa, con algunos grupos abundantes coincidentes con los detectados mediante cultivo. Los grupos más abundantes revelados por el análisis metagenómico fueron *Lactococcus* (29,94%), *Pseudomonas* (28,89%) y *Enterobacteriaceae* (21,19%). Adicionalmente, se detectaron en baja abundancia bacterias como *Coxiella burnetii*, *Listeria* spp., *S. aureus*, *Histophilus somni*, *Klebsiella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Corynebacterium* spp., *Fusobacterium necrophorum*, *Rhodococcus* spp., and *Trueperella* spp. El tratamiento con iones de cobre redujo significativamente los recuentos bacterianos a los 15 minutos. El recuento total de bacterias disminuyó a $2,7 \times 10^3$ UFC/ml, *Streptococcus* a $1,5 \times 10^2$ UFC/ml *Staphylococcus* spp. a $1,1 \times 10^2$ UFC/ml y Coliformes a $1,8 \times 10^2$ UFC/ml. Después de 30 minutos, el recuento bacteriano total fue de $1,1 \times 10^2$ UFC/ml, mientras que los otros grupos no se detectaron. El tratamiento con iones de cobre sobre la leche de descarte bovina en este estudio mostró una eficacia significativa, reduciendo la concentración de bacterias totales en más del 99,9% después de 15 minutos de tratamiento, con menos de 150 UFC/mL detectados después de 30 minutos de tratamiento. En cuanto al efecto del tratamiento sobre los antibióticos, el resultado muestra que hubo un efecto sobre la detección de residuos de antibióticos en la leche de descarte después de 30 min, pero este resultado no es concluyente porque solo fue evidente en una de las muestras (1 de 7). Se ha descrito que la degradación de la penicilina G puede ocurrir por hidrólisis seguida de la oxidación de los productos de esta hidrólisis (Ulloa *et al.*, 2024).

Si bien el tratamiento con iones de cobre ha mostrado resultados prometedores en la eliminación de bacterias de la leche de descarte, es esencial realizar una evaluación integral de su aplicación en la alimentación de terneros y su impacto potencial en la salud de los terneros.

CONCLUSIONES

El efecto del tratamiento con iones de cobre sobre los diferentes grupos bacterianos fue eficaz en reducir las concentraciones de bacterias, pero mostró un efecto limitado en la detección de antibióticos en las muestras analizadas.

REFERENCIAS

- Maynou, G., Bach, A., & Terré, M. 2017. *J Dairy Sci.* 100:2682–2694.
- Penati, M., Sala, G., Biscarini, F., Boccardo, A., Bronzo, V., Castiglioni, B., Cremonesi, P., Moroni, P., Pravettoni, D., & Addis, M. F. 2021. *Front Vet Sci.* 8:650150.
- Ricci, A., Allende, A., Bolton et al. 2017. *EFSA Journal*, 15(1).
- Steuer, P., Avilez, C., Tejeda, C., Gonzalez, N., Ramírez-Reveco, A., Ulloa, F., Mella, A., Grant, I. R., Collins, M. T., & Salgado, M. 2018. *BMC Microbiology*, 18(1), 172.
- Ulloa, F., Villegas, M., Tejeda, C., & Salgado, M. 2024. *Austral J Vet Sci.* 56, 55-58



DESARROLLO DE VACUNA MULTIVALENTE CONTRA DIARREA VIRAL BOVINA

Development of a multivalent vaccine against the bovine viral diarrhea virus

V. Avello¹, S. Salazar¹, N. Gutierrez¹, V. Manríquez¹, C Mathieu-Benson², F. Hugues³, I. Cabezas³, P. Gädicke³, J. Acosta¹, O. Sanchez⁴, J.R. Toledo^{1,5}, R. Montesino¹

¹Departamento fisiopatología; Facultad de Ciencias biológicas. Universidad de Concepción. Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile. ² Laboratorio virología Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Lo Aguirre, Santiago, Chile. ³ Departamento Patología y medicina preventiva, Facultad Ciencias veterinarias. Universidad de Concepción, Vicente Méndez 595, Chillan, Chile. ⁴ Departamento de Farmacología. Facultad de Ciencias biológicas. Universidad de Concepción. Víctor Lamas 1290, P.O. Box 160C, Concepción, Chile. pgadicke@udec.cl

INTRODUCCIÓN

Las vacunas multivalentes atenuadas o inactivadas a menudo se utilizan para controlar la infección por el virus de la diarrea viral bovina (BVD)), que es un problema importante para la ganadería en todo el mundo. Las vacunas inactivadas monovalentes y las modificadas vivas (MLV) pueden no ofrecer una protección adecuada debido a la divergencia antigénica entre los genotipos BVDv1 y BVDv2, las vacunas que contienen el mismo subgenotipo que genera la enfermedad permiten la eliminación de los animales persistentemente infectados (Kelling, 2004). El objetivo de este trabajo fue desarrollar un prototipo de vacuna contra DVB tomando en cuenta los subgenotipos de la proteína viral E2 de los virus circulantes en el país, lo que permite un mejor manejo del control de la enfermedad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para identificarlas cepas virales circulantes en el país, y realizar la formulación de la vacuna, se realizó aislamiento viral en predios infectados desde Maule hasta Magallanes, entre enero de 2019 y diciembre de 2022. Para esto se analizaron 1955 muestras de suero mediante ELISA, encontrando anticuerpos contra BVDv en 1636 muestras y virus en 132 muestras positivas para el antígeno BVDv, se realizó secuenciación en ellas y en las muestras de la biblioteca de sueros del SAG en Osorno. Se encontraron cinco subgenotipos diferentes para la proteína E2 (1aE2, 1bE2, 1cE2, 1dE2 y 1eE2).

Las proteínas E2 de los genotipos seleccionados se produjeron en células CHO-K1. Las secuencias génicas se insertaron en un vector de expresión y se transfectaron en las células. Los clones se seleccionaron mediante fluorescencia de GFP en un citómetro de flujo. Las proteínas E2 se purificaron de clones amplificados en medio RPMI. Se usó cromatografía de afinidad con níquel y se cuantificaron las proteínas mediante BCA y SDS-PAGE.

La vacuna candidata se formuló con proteínas E2 purificadas de los cinco subgenotipos secuenciados (1aE2, 1bE2, 1cE2, 1dE2 y 1eE2). Se produjeron en cultivos celulares de mamíferos y se purificaron mediante cromatografía de afinidad con metales inmovilizados. Se utilizó Montanide ISA 50 V2 como adyuvante, en una proporción de 60/40 de fase acuosa/aceite (Couvreur *et al.*, 2007). El grupo con vacuna comercial utilizó CattleMasater^{MIR} Gold FP 5 (Zoetis, USA), y el grupo placebo se inyectó con PBS. La vacuna candidata se probó en 24 ovinos para ajustar la dosis y luego en bovinos (24 en total serológicamente negativos a BVDv). La vacuna candidata, la comercial y el placebo se aplicaron en el día 0 y 21, se evaluó la respuesta humoral, celular y signología clínica tipo (respiratoria, digestiva, coloración mucosas) hasta los 56 días.



Para evaluar la respuesta inmune celular se aislaron células mononucleares periféricas que fueron estimuladas con los antígenos E2 y se evaluaron los marcadores de respuesta celular mediante RT-qPCR. La concentración de IFN- γ en los sobrenadantes de cultivos de PBMCs se determinó mediante el ELISA Flex comercial. Se realizó ensayo de seroneutralización viral en cultivo celular para medir los títulos de anticuerpos (Chung *et al.*, 2018).

Dependiendo de la homogeneidad de varianzas y la normalidad de los datos, se usaron métodos paramétricos (ANOVA y Bonferroni) o no paramétricos (Kruskal-Wallis, Mann-Whitney, Wilcoxon, Friedman y Dunn). Se consideró confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los subgenotipos identificados mediante el screening serológico fueron aproximadamente 80% BVDv1b y 20% BVDv1d, con cinco subgenotipos secuenciados (1aE2, 1bE2, 1cE2, 1dE2 y 1eE2).

Una mezcla equimolar de proteínas E2 formulada en un adyuvante de aceite en agua conformó el candidato a vacuna que indujo una alta respuesta humoral ($p < 0,05$) a dosis de 50, 100 y 150 mg en ovejas vacunadas. También se observó una alta inmunogenicidad ($p < 0,05$) en bovinos a una dosis de 50 mg, donde los cinco antígenos utilizados en la formulación contribuyeron a los niveles de anticuerpos, lo cual es concordante con lo reportado por González *et al.*, (2021).

El título de anticuerpos fue similar al de la vacuna comercial en el último tiempo evaluado (56 días) ($p > 0,05$). La respuesta celular mostró un aumento significativo ($p < 0,05$) en los niveles de transcripción de citoquinas Th1, mientras que los niveles de transcripción de la citoquina Th2 IL-4 y el control negativo fueron similares ($p > 0,05$).

Estos resultados sugieren que el prototipo de vacuna podría convertirse potencialmente en una vacuna multivalente eficaz contra la infección por el virus de la diarrea viral bovina, considerando los serotipos presentes en Chile

CONCLUSIONES

Los altos niveles de anticuerpos neutralizantes demostraron que la efectividad del candidato a vacuna fue similar a la observada en el suero de animales vacunados con la vacuna comercial, siendo una herramienta potencial para el efectivo control de la BVD en Chile.

REFERENCIAS

- Chung YC, LT Cheng, JY Zhang, YJ Wu, SS Liu, CY Chu. 2018. BMC Vet Res 14, 194.
- Couvreur B, C Letellier, F Olivier, P Dehan, A Elouahabi, M Vandenbranden, JM Ruyschaert, C Hamers, PP Pastoret, P Kerkhofs. 2007. Vet Res 38, 819-834.
- González A, R Montesino, R Maura, F Hugues, O Cabezas, C Altamirano, O Sánchez, J Toledo. 2021. J Vet Res 65, 27-37.
- Kelling CL. 2004. Vet Clin North Am Food Anim Pract 20, 115-129.



DESARROLLO DE UNA PRUEBA DE DIAGNÓSTICO INMUNOHISTOQUÍMICO PARA IDENTIFICAR *Coxiella burnetii* EN FETOS BOVINOS ABORTADOS: ESTUDIO RETROSPECTIVO EN 53 ABORTOS DE CAUSA INDETERMINADA

Development of an immunohistochemical diagnostic test to identify *Coxiella burnetii* in aborted bovine fetuses: Retrospective study of 53 abortions of undetermined cause

V. Leyán¹, C. Toledo¹, B. Aristizábal², E. Paredes²

¹Instituto de Inmunología y Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile (UACH), Valdivia, Chile; ²Instituto de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, UACH, Valdivia, Chile. vleyan@uach.cl

INTRODUCCIÓN

La bacteria *Coxiella burnetii* está presente en rumiantes, gatos, perros, aves y otros animales silvestres, habitualmente sin presentar signos. En rumiantes puede producir abortos, crías débiles o problemas reproductivos (Agerholm 2013, Gisbert *et al.*, 2024). En Chile, se han producido 2 brotes importantes (1998 y 2017), que han afectado la salud pública. Sin embargo, no se han desarrollado pruebas diagnósticas para demostrar la presencia de la bacteria asociada al aborto. Este estudio, en el marco del Proyecto FIA PYT 2021-0205 planteó como objetivo desarrollar una prueba de diagnóstico inmunohistoquímico para identificar *C. burnetii* en tejido de aborto bovino, así como, pesquisar la presencia de la bacteria en fetos bovinos sin diagnóstico examinados en el Instituto de Patología Animal de la UACH entre 2016 y 2023.

MATERIAL Y MÉTODOS

La producción de anticuerpos anti *C. burnetii* se realizó en conejos mediante inmunización con la bacteria obtenida de la vacuna Coxevac® emulsionada con adyuvante completo e incompleto de Freund según protocolos establecidos en nuestro laboratorio y autorizados por el Comité de Bioética de la UACH. Los anticuerpos fueron purificados y luego validados mediante Elisa. La prueba inmunohistoquímica se desarrolló utilizando los anticuerpos anti *C. burnetii* mediante el método de Complejo Avidina Biotina, estandarizado y validado en nuestro laboratorio con tejidos cedidos por el Dr. Francisco Uzal (EEUU). Para el estudio retrospectivo se realizó una revisión de las fichas de necropsias de abortos bovinos realizadas en Laboratorio de Anatomía Patológica del Instituto de Patología Animal (UACH), con diagnóstico de aborto inespecífico entre 2016 y 2023. Se seleccionaron 53 casos provenientes de las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, en los que se contaba con placenta y/o tejidos del feto incluidos en parafina, a los cuales se les aplicó el método inmunohistoquímico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la inmunización en conejos obtenidos por ELISA demostraron altos títulos de anticuerpos anti *C. burnetii* (Figura 1).

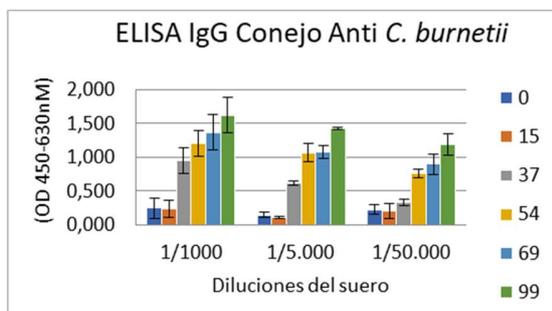


Fig. 1. ELISA, IgG de conejo anti *C. burnetii* probado en tres diluciones y en distintos días desde la primera inmunización (Día 0), hasta el día 99.



La prueba inmunohistoquímica se validó con tejidos placenta de cabras con fiebre Q (Figura 2).

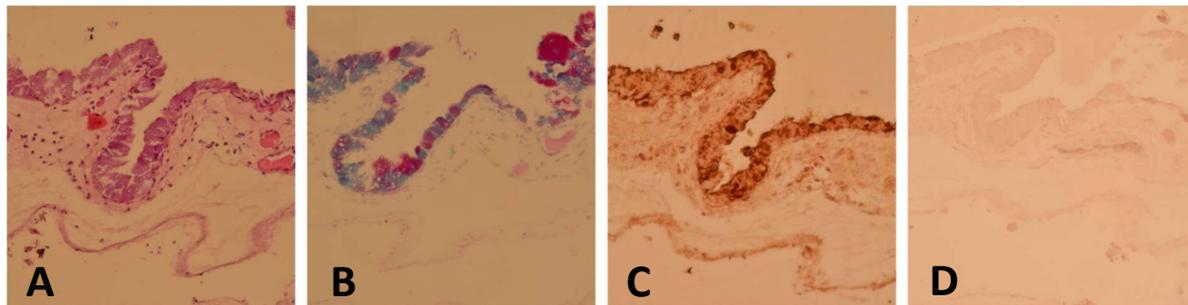


Fig. 2. Placenta de aborto de cabra, células del trofoblasto con distintas tinciones A: Hematoxilina-Eosina, B: Tinción Macchiavello para bacterias intracelulares (rojo), C: Inmunohistoquímica para *C. burnetii*, D: Control negativo.

La inmunohistoquímica es un método altamente específico y confirmatorio, como se observa en la imagen C la intensa tinción de células del trofoblasto con el método inmunohistoquímico desarrollado (anticuerpo 1:8000), una específicamente *C. burnetii*.

Siendo el aborto la principal fuente de diseminación de la enfermedad, la identificación de la bacteria asociada a los tejidos del aborto se hace muy necesario. En este sentido, la prueba inmunohistoquímica otorga la certeza de la presencia de la bacteria en la causa del aborto. En consecuencia, los resultados de este estudio aportan una potente herramienta para el diagnóstico de fiebre Q (Macías-Rioseco *et al.*, 2019).

La aplicación de la técnica inmunohistoquímica a los tejidos del estudio retrospectivo resultó negativa en todos los casos, lo que confirma que la causa del aborto no fue causada por *C. burnetii*.

CONCLUSIONES

Los resultados permiten concluir que se logró desarrollar un anticuerpo anti *C. burnetii* para su uso en análisis inmunohistoquímicos, específicamente en la identificación de la presencia de *C. burnetii* asociada a lesiones tisulares en aborto bovino.

El uso de la prueba inmunohistoquímica en tejidos de 53 fetos bovinos abortados sin causa determinada examinados entre 2016 y 2023 permite concluir que la infección por *C. burnetii* no fue la causa de aborto en los casos examinados.

La aplicación de la prueba en tiempo real a los abortos que se denuncian al SAG permitirá contribuir a un sistema de vigilancia y control de la enfermedad en el país.

REFERENCIAS

- Agerholm JS. 2013. *Acta Veterinaria Scandinavica* 55, 13-24.
- Gisbert P, Garcia-Ispuerto I, Quintela LA, Guatteo R. 2024. *Animals* 14, 1313.
- Macías-Rioseco M, Riet-Correa F, Miller MM, Sondgeroth K, Fraga M, Silveira C, Uzal FA, Giannitt F. 2019. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 31, 634–639.



¿EI LUGAR DONDE OCURRE EL PARTO TIENE EFECTO SOBRE LA VITALIDAD E INMUNIDAD DEL TERNERO RECIÉN NACIDO EN SISTEMAS PASTORILES?

Does the calving site influence the vitality and immunity of the newborn calf in grazing dairy systems?

P. Romero-Aguilera^{1,3}, E. Pavez-Muñoz^{2,3}, P. Sepúlveda-Varas^{1,3}.

¹Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile (UACH). ²Escuela de Graduados. Facultad de Ciencias Veterinarias, UACH.

³Programa de Bienestar Animal, UACH. Email: erika.pavez@alumnos.uach.cl

INTRODUCCIÓN

Al momento del parto, las vacas buscan lugares apartados del rebaño y que les otorguen protección, conducta que es importante para fortalecer el vínculo con su cría (Rørvang *et al.*, 2018) y, consecuentemente, favorecer una adecuada ingesta de calostro (Zobel *et al.*, 2020). En sistemas lecheros pastoriles, el parto generalmente ocurre en potreros colectivos desprovistos de protección natural (ej. árboles, arbustos) o artificial, que permitan la expresión de este comportamiento. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de proporcionar áreas con refugio natural y artificial a vacas y vaquillas al momento del parto, y determinar el efecto de esta preferencia sobre la vitalidad y transferencia de inmunidad pasiva en el ternero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Universidad Austral de Chile ubicada en Valdivia, donde se observó el parto de 46 vacas Holstein (16 nulíparas y 30 multíparas) ocurridos durante los meses de julio a septiembre del año 2024 (Proyecto Fondecyt N°1230962). Los animales fueron mantenidos en un potrero de rezago de pradera de superficie de 8.450m² y en el cual tenían acceso libre a áreas de refugio natural y artificial. Los comederos y bebederos se encontraban al centro del potrero, a distancia similar de ambas áreas de refugio. El área de refugio artificial correspondió al otorgado por 3 estructuras metálicas de 18m² cada uno distribuidas en el potrero, y el de refugio natural a un área de aproximadamente 400m² protegida por el follaje de árboles y arbustos. La composición del grupo fue dinámica, ya que las vacas eran trasladadas al potrero 16 días (± 9 ; DE) antes de la fecha probable de parto y retiradas junto a su ternero entre 3 y 10 horas después del parto. Doce video cámaras se instalaron en diferentes lugares del potrero y a través de la observación de los videos se logró identificar el lugar (potrero abierto, refugio natural o artificial), fecha y hora del parto. Posteriormente, los videos fueron evaluados de manera continua por un período de 120 minutos para observar en los terneros el tiempo (latencia) en que ocurrió el primer intento de pararse, pararse exitosamente e intento de mamar. Los terneros fueron evaluados en dos oportunidades: a las 8 ($\pm 0,3$) y 30 horas ($\pm 0,3$) post nacimiento, donde se determinaron parámetros relacionados con la vitalidad como la presencia de meconio al nacimiento, reflejos de succión y palpebral, respuesta a estímulos y frecuencias cardiaca y respiratoria (Calf vigor scorer®, 2024), con un puntaje máximo de 27 y 18 puntos respectivamente. A su vez, durante la segunda evaluación se obtuvo una muestra de sangre por venopunción yugular, la cual fue centrifugada y el suero utilizado para determinar a través de reflectometría la concentración de proteínas totales. Para el análisis sólo se incluyeron los videos de partos que no presentaron interrupciones durante el período de observación, dejando un total de 26 vacas (7 nulíparas y 19 multíparas) con sus respectivos terneros. El uso de refugios se contrastó como proporción a través de una prueba exacta de Fisher. Las latencias conductuales, parámetros de vitalidad y proteínas séricas se analizaron a través de una prueba Kruskal-Wallis, debido a que los datos no se distribuyeron



normalmente. La obtención de un valor de P en un rango entre 0,1 y 0,05, se consideró como tendencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 26 partos registrados, 17 ocurrieron en el área de refugio (53% y 47% en refugio natural y artificial, respectivamente) y 9 en el área abierta del potrero (65% vs. 35%; $P = 0,051$; IC 95% = 0,99 – 13,09), indicando una tendencia de las vacas a buscar entornos que ofrezcan protección al momento del parto. Las variables conductuales evaluadas en los terneros presentaron valores similares entre los tres lugares de parto ($P > 0,1$; Cuadro 1). Uno de los terneros nacido en refugio artificial no presentó la conducta de intento de mamar. Los puntajes de vigor presentaron valores adecuados en todos los lugares de parto, siendo similares entre ellos ($P > 0,1$). La evaluación de las proteínas totales séricas evidenció una diferencia entre los lugares de parto, observándose un menor valor en aquellos terneros nacidos en potrero abierto ($P = 0,05$; Cuadro 1), indicando una falla en la transferencia de inmunidad pasiva de éstos. Sin embargo, se desconoce si esto ocurrió debido a que los terneros presentaron un menor tiempo de amamantamiento u a otro factor que no fue determinado en el estudio. Valores menores a 5,1 g/dL son indicativos de un estado inmunitario deficiente y está asociado con mayor riesgo de morbilidad y mortalidad neonatal (Lombard *et al.*, 2020). Estos resultados sugieren que otorgar áreas protegidas dentro de los potreros en que se mantienen vacas al parto es beneficioso tanto para el bienestar de la vaca como para la salud de su cría.

Cuadro 1. Mediana y rango (min – máx) de latencia de ocurrencia de conductas, puntajes de vigor y proteínas totales séricas según lugar de parto en terneros recién nacidos.

Ítem	Lugar de parto			P
	Refugio artificial (n = 8)	Refugio natural (n = 9)	Potrero abierto (n = 9)	
Intento de pararse (min)	17 (3 - 68)	14 (3 - 59)	16 (5 - 40)	0,98
Pararse exitosamente (min)	30 (3 - 111)	19 (9 - 74)	28 (17 - 54)	0,77
Intento de mamar (min)	45 (23 - 114)	33 (18 - 99)	41 (17 - 118)	0,55
Vigor primer examen (puntos)	25 (24 - 27)	26 (9 - 26)	25 (23 - 26)	0,94
Vigor segundo examen (puntos)	17 (15 - 18)	18 (15 - 18)	17 (16 - 18)	0,68
Proteínas totales séricas (g/dL)	6,7 (4,7 - 8,2)	6,2 (5,8 - 9)	4,6 (3,9 - 8)	0,05

CONCLUSIONES

Vacas mantenidas en potreros prefieren parir en áreas que ofrecen refugio, ya sea natural o artificial. Los terneros nacidos en zonas desprotegidas mostraron una tendencia a tener una transferencia de inmunidad pasiva inferior en comparación con los nacidos en áreas con refugio, aunque esta diferencia no afectó su vitalidad en las primeras horas de vida.

REFERENCIAS

- Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., et al. 2020. *Journal of dairy science*, 103, 7611-7624.
- Rørvang, M. V., Nielsen, B. L., Herskin, M. S., y Jensen, M. B. 2018. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 45.
- Zobel, G., Proudfoot, K., Cave, V., Huddart, F., y Webster, J. 2020. *Animals*, 10, 2255.
- Calf vigor scorer. 2024. (En línea). <https://www.beefresearch.ca/blog/calf-911-vigor-scoring-video/>.



CONFERENCIAS





CARACTERIZACIÓN Y CALIDAD DE CARNE POR ULTRASONIDO

Characterization and Quality of meat by Ultrasound

Jorge Daniel Ferrario MV

Email: jorgeferrario@me.com

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente las ecografías de carcasa se utilizan para la evaluación de la capacidad carnicera de los reproductores, posibilitando estimar en el animal vivo la musculosidad, la capacidad de deponer grasa (o blandura de engrasamiento) y la calidad de la carne, mediante un método no invasivo, permitiendo utilizar esta información en las evaluaciones genéticas de reproductores. Con casi 20 años de aplicación en la Argentina, ha demostrado ser una técnica de fácil aplicación en sistemas ganaderos y que provee de mediciones confiables y seguras.

La diversificación del mercado de la carne en los últimos años ha generado a partir de demandas específicas de los compradores diferencias en los sistemas de producción, desde empresas dedicadas a producir animales para consumo, hasta empresas enfocadas en un producto para exportación, en general con algunos atributos diferentes a lo solicitado por el mercado interno, como ser animales más grandes, determinados niveles de terminación e incluso la presencia de determinado grado de grasa intramuscular.

Actualmente el mercado de la carne está regido por la subjetividad, compradores y vendedores tienen pocos elementos para discriminar productos de calidad superior, esto conlleva en muchas oportunidades a que los compradores paguen sobrepagos por productos que no terminan siendo lo que parecen, o que los productores reciban un precio inferior del que deberían obtener por un producto de calidad.

En esta diversidad de escenarios productivos la ecografía se presenta como una herramienta que permite obtener valores objetivos de situación y desempeño de los novillos, vaquillonas y otras categorías, volviéndose una herramienta de planificación en los sistemas de clasificación, engorde y que además permite pactar precios justos tanto para compradores como para vendedores según el producto que se está entregando.

La técnica se basa en la obtención de imágenes en dos sitios anatómicos particulares, y a partir de estas imágenes determinar tres mediciones:

- a) el área de ojo de bife (AOB),
- b) el espesor de grasa dorsal o de cobertura (EGD) y
- c) el porcentaje de grasa intramuscular (%GIM).

Las primeras dos determinaciones se realizan en una imagen de un corte transversal del músculo *longissimus dorsi* entre las costillas 12 y 13 (Figura 1 izquierda)

La determinación del **AOB** nos da el nivel de musculosidad del animal, relacionado con el potencial de crecimiento, el rendimiento al gancho, y sobre todo con el rendimiento de cortes luego de despostar la res. Por su parte el **EGD** mide de manera muy certera la cantidad de cobertura grasa que tiene un animal, especificando el “nivel de terminación”. Mientras que el



% GIM (grasa intramuscular) medido en una imagen en sentido longitudinal paralelo a la columna del animal en el mismo sitio que la imagen anterior (Figura 1, derecha), está relacionado con la calidad de la carne medida por la escala de marmóreo o *marbling*, siendo la característica más buscada por los mercados de alto valor agregado, algo **imposible** de determinar mediante observación en el animal en vivo.

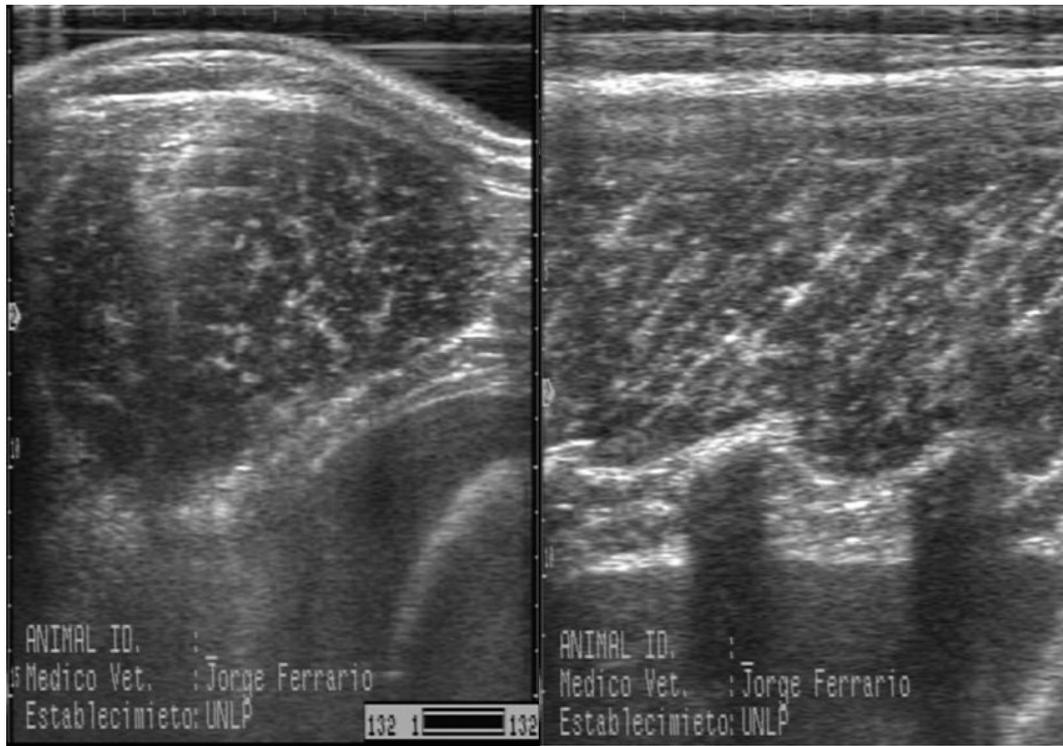


Figura 1. Derecha: Imagen utilizada para determinar el Área de Ojo de Bife y el Espesor de Grasa Dorsal. Izquierda: Imagen utilizada para determinar el porcentaje de grasa intramuscular.

PROPUESTA

La ecografía de carcasa en los sistemas de engorde propone resolver dos problemáticas:

1. Clasificación de tropas de venta

Pasados ya el 70 – 80% del tiempo de engorde, cuando los novillos y/o vaquillonas comienzan a alcanzar una gordura cercana a la terminación, la determinación de Espesor de Grasa Dorsal y/o lumbar o P8, posibilita conocer el nivel de engrasamiento logrado. Con esta información se pueden programar las ventas, animal por animal, ofreciendo un **producto homogéneo** basado en lo que el mercado solicita, a este concepto lo definimos como **“alimentar hasta cierto punto”**, el punto puede estar determinado por el mercado, o bien por la necesidad de contener los costos de producción vendiendo los animales con el mínimo de grasa requerido, evitando días de encierre de malas conversiones de alimento. Es frecuente encontrar que en animales más angulosos o menos musculosos se necesita un nivel de grasa muy elevado para



observarlos redondeados, en este punto la ecografía es una herramienta **que contribuye a eliminar días de conversiones poco favorables**. Hemos venido haciendo ecografías seriadas para evaluar deposición de la grasa dorsal y lumbar, en función de las razas, alimentación, ambiente, donde el diagnóstico en esta característica es interesante.

La otra medición que venimos haciendo es el de grasa intramuscular con una correlación que supera el 88 % entre el animal vivo y las canales. Es en este momento donde puede determinarse la cantidad de grasa intramuscular infiltrada en el músculo, característica que confiere a la carne jugosidad, palatabilidad y terneza, así podrán definirse destinos comerciales para los diferentes novillos, accediendo con un producto de alta calidad a mercados de mayor valor comercial.

2. Clasificación de tropas al momento de encierre.

A poco tiempo de iniciar el engorde, finalizada la adaptación a la alimentación intensiva, es posible clasificar los animales en función del área de ojo de bife y del espesor de grasa subcutánea, (dorsal y/o lumbar P8).

Esta información en conjunto con los pesos de los novillos permitirá armar corrales homogéneos, es frecuente que animales con pesos similares presenten diferencias en el nivel de engrasamiento, en consecuencia, los tiempos a la terminación serán diferentes. Combinando el espesor de grasa subcutánea junto con el peso se obtendrán lotes de animales más parejos y menos variables. Esta información adicionalmente permitirá planificar la alimentación de los corrales, permitiendo proyectar días de comida.

Por otro lado, la determinación del área de ojo de bife y su relación con el peso vivo permitirá identificar animales más musculosos y por lo tanto con mayor potencial de crecimiento, estos animales en general son los más eficientes en convertir alimento en carne, por una mayor proporción de musculo en cada kilo ganado, siendo además los novillos donde se logran ganar más kilos sin sobre engrasarse.

Las razas continentales y las sintéticas han demostrado ser animales con mucho potencial para satisfacer las demandas de mercados que demandan calidad. En la siguiente tabla se presentan los resultados promedio de una tropa de 180 animales engordados durante 104 días con destino de producción Cuota 481 "High quality beef UE".

Tabla 1. Peso, área de ojo de bife (AOB), espesor de grasa dorsal (EGD) y porcentaje de grasa intramuscular (GIM) de novillos Braford engordados a corral.

	Peso Final	AOB	EGD	% GIM
	(kg)			
Promedio	429	62,4	8,5	2,9
Desvío estándar	32	4,6	1,6	0,6
Variación %	7,41	7,33	18,19	21,03



TÉCNICA DE ULTRASONIDO COMO HERRAMIENTA DIAGNÓSTICA

La técnica de ultrasonidos como diagnóstico en cantidad y calidad de carne se utiliza en lo siguiente:

- Evaluaciones genéticas
- Sistemas de engorde
- Selección de animales
- Tipificación objetiva en los frigoríficos

El uso de la técnica del ultrasonido tiene una gran demanda para los técnicos en los programas de mejoramiento genético, donde el mismo debe hacer un curso de entrenamiento y certificación para poder participar en dichos programas, con equipos de captura de imágenes y enviar a los centros de interpretación de imágenes para los posteriores Dep's en características de carcasa.

Lo apuntado arriba sobre los sistemas de engorde y su gran impacto en la homogeneidad de los animales, el engorde justo, no el exceso de grasa.

En la selección de animales, la importancia de la facilidad de deposición de grasa y su correlación con la fertilidad en hembras, hemos presentados trabajos en hembras de reposición donde animales de igual raza, ambiente, alimentación, la que presenta mayor grados en engrasamiento, ejemplo 4,5 mm en razas británicas, el ovario empieza a ciclar, al igual y con menos milímetros de grasa en cadera, casos razas índicas.





Jorge Daniel Ferrario, Médico Veterinario

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GREINER.S.P., G.H. ROUSE. D.E. WILSON. 2003 The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and Longissimus muscle area in beef cattle. J. Animal Science 81:676-682

HUGHES, C. 2012 The use of real-time ultrasound to assess carcass traits and internal fat in beef cattle. MS Thesis. Texas A&M University-

PARDO AM, FERRARIO J. D, MELUCCI L., MELUCCI O, VILLARREAL E. L.and, SANTAMARIA S. 2018. Sexual precocity and productivity of beef cattle female under grazing condition. Animal Production Science:59 (4) DOI:[10.1071/AN17804](https://doi.org/10.1071/AN17804) CSIRO PUBLISHING,

QUINTERO., FERRARIO J.D., MELUCCI L., MELUCCI O., FERNANDEZ M.A., VILLARREAL E.L., SERRANO C.A. Y SANTAMARIA, S.2011. Espesor de grasa lumbar y actividad ovárica en bovinos. Comunicación 34/Congreso Argentino de Producción Animal – 1st Joint Meeting APPA-ASAS Revista Argentina de Producción Animal Vol 31 Supl. 1 199-269 (2011) SP 16 (Fac. Medicina Veterinaria, Univ. Cooperativa de Colombia. Unidad Integrada Balcarce: Fac. Cs. Agr. (UNMdp-INTA, Balcarce) Fac. Cs Vet.

WILSON, D. E. 2005. Ultrasound Certification statistics, Beef Cattle Real-Time ultrasound scanning Training Manual Biotronic Inc., Ames IA





IMPACTO Y ESTRATEGIAS DE CONTROL DE COCCIDIOSIS Y CRIPTOSPORIDIOSIS EN TERNEROS: ENFOQUES INTEGRALES PARA MEJORAR LA SALUD ANIMAL.

Impact and control strategies of coccidiosis and cryptosporidiosis in calves: integral approaches to improve animal health.

F. Fredes

Departamento de Medicina Preventiva Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias (FAVET), Universidad de Chile.

ffredes@uchile.cl

Tanto la coccidiosis como la criptosporidiosis son producidas por endoparásitos gastrointestinales, protozoarios del phylum *Apicomplexa*. En la especie bovina el agente causal de la coccidiosis pertenece al género *Eimeria*, en tanto que el de la criptosporidiosis es del género *Cryptosporidium*.

En el caso de la coccidiosis bovina, se han descrito más de 20 especies de *Eimeria* en las heces del ganado vacuno en todo el mundo. Sin embargo, se ha reportado que solo *Eimeria auburnensis*, *Eimeria alabamensis*, *Eimeria bovis* y *Eimeria zuernii* suelen asociarse con la enfermedad clínica, indicándose que experimentalmente las otras especies de *Eimeria* no se consideran patógenos importantes. Así también se ha descrito que las infecciones mixtas son comunes y pueden aumentar la patogenicidad, en tanto que todas las especies de *Eimeria* bovina son específicas de hospedador.

Por otro lado, y hasta la fecha, se han reportado cuatro especies de *Cryptosporidium* en el ganado bovino y estas son *Cryptosporidium parvum*, *Cryptosporidium andersoni*, *Cryptosporidium bovis* y *Cryptosporidium ryanae*. A pesar que todas estas especies están adaptadas al ganado bovino, como hospedero principal, es posible que algunas de ellas puedan desarrollarse e incluso causar patogenicidad en otras especies animales e incluso tener riesgo zoonótico. De hecho, en la actualidad se ha descrito que un poco menos del 50% de las especies válidamente reconocidas de este agente (alrededor de 19) son zoonóticas y precisamente la segunda especie más identificada o aislada en los seres humanos con criptosporidiosis es *C. parvum*, que en bovinos es también reconocida como una causa común de diarrea en terneros.

La coccidiosis/eimeriosis es una causa importante de diarrea en animales jóvenes en crecimiento y es motivo de estudio principalmente en las especies animales de producción, principalmente en bovinos y aves de corral. Lo anterior, ya que se diagnostican más casos clínicos de coccidiosis en el ganado vacuno que en cualquier otra especie de mamífero. El parásito es una de las causas más importantes de diarrea en terneros y animales jóvenes en crecimiento, y suele reducir la producción. Las especies descritas como más patógenas son la *E. bovis* y la *E. zuernii*. La infección de los rumiantes por especies patógenas de *Eimeria* es inevitable, ya que sus elementos de resistencia (ooquistes) son ubicuos en el entorno en el que se crían los animales y por sus características pueden sobrevivir durante largos períodos de tiempo. El riesgo de infección aumenta cuando la densidad de población es alta y la materia fecal se acumula, cuando las condiciones ambientales son óptimas para la supervivencia de los ooquistes y sumando a lo anterior cuando existen factores de estrés relacionados con el manejo productivo. Por lo anterior, el que un animal presente signos clínicos o se vea afectado de forma subclínica dependerá de la dosis infecciosa, la patogenicidad de la o las especies

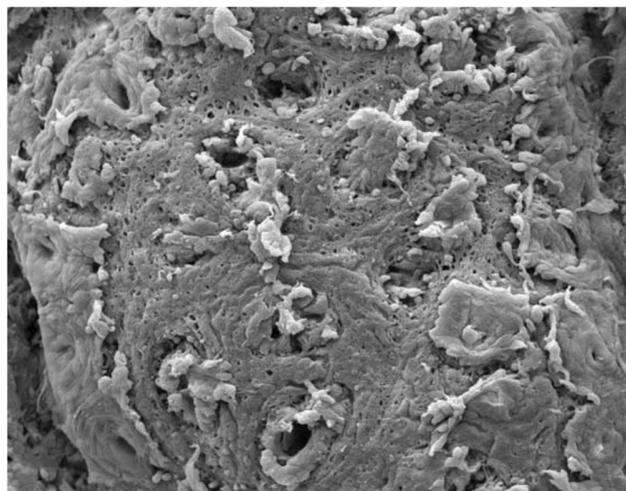


implicadas, el estado del sistema inmune y los factores de estrés concurrentes predominantes. Se describe que la infección clínica se produce entre el primer y segundo mes de vida, hasta el primer año de vida. Por lo anterior, la coccidiosis no suele producirse en las tres primeras semanas de vida y por ello no se considera parte del complejo de diarrea neonatal en los terneros. En todo caso, la coccidiosis es una enfermedad autolimitante y es frecuente la recuperación espontánea sin tratamiento específico, una vez que ha pasado la etapa de multiplicación de los coccidios, en el ganado que no presenta signos clínicos.

En tanto la criptosporidiosis bovina es una causa común de diarrea en terneros, en particular por *C. parvum* que es considerado a nivel mundial un agente re emergente. Si los rebaños están afectados exclusivamente por *Cryptosporidium*, la enfermedad es elevada, pero la mortalidad suele ser baja. Sin embargo, los casos graves pueden provocar la muerte. Los signos clínicos de la enfermedad suelen aparecer en terneros de 7 a 13 días de edad y se ha reportado que afecta a terneros desde de 1 a 4 semanas de edad. Cuando existe una co infección intestinal neonatal, normalmente rotavirus, la mortalidad es elevada. Se describe que las infecciones mixtas son frecuentes en los terneros y la enfermedad tiende a ser más frecuente en aquellos animales que han recibido una cantidad inadecuada de calostro. Este agente parasitario tiene un elemento de resistencia (ooquiste) que es inmediatamente infectante y es muy difícil de eliminar, ya que es resistente a la inactivación por muchos de los desinfectantes que se utilizan habitualmente en los sistemas productivos. Al igual que en la coccidiosis bovina, el riesgo de infección y el que curse en forma subclínica o clínica dependerá o tiene relación con la dosis infectante, las enfermedades concurrentes, el estado inmunológico, la especie parasitaria involucrada, la densidad de población, el acúmulo de la materia fecal, las condiciones ambientales y los factores de estrés relacionados con el manejo productivo. En particular para la criptosporidiosis y hasta la fecha, no existe un fármaco de uso rutinario que sea exitoso, por lo que se requiere un enfoque paliativo o de apoyo al tratamiento.

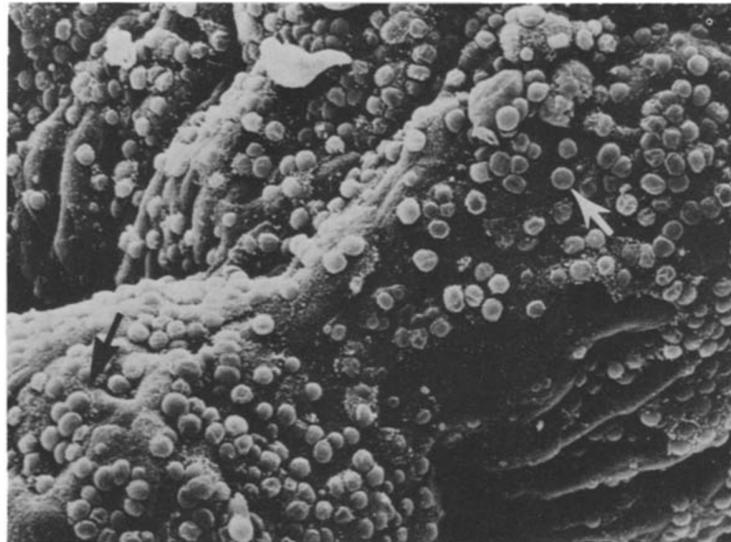
Bajo el marco teórico descrito, la presentación se enfocará en revisar el impacto y las estrategias de control de la coccidiosis y criptosporidiosis en terneros, revisando los enfoques integrales que permitan mejorar la salud animal.

A continuación, se pueden observar algunas imágenes de lesiones intestinales provocadas por estos agentes parasitarios.





Pérdida del epitelio en el ciego de animales, observado mediante microscopía electrónica de barrido, durante el período patente de la infección por *Eimeria zuernii* (Mundt *et al.*, 2005).



Vellosidades atrofiadas y fusionadas del íleon de un ternero gnotobiótico infectado con *Cryptosporidium*, observadas mediante microscopía electrónica de barrido. Numerosos parásitos (indicados con la flecha) sobresalen del epitelio de las vellosidades (Heine *et al.*, 1984).

REFERENCIAS

- BANGOURA, B.; BARDSLEY, K.D. 2020. Ruminant Coccidiosis. *Vet Clin Food Anim* 36: 187–203.
- DÍAZ-LEE, A.; MERCADO, R.; ONUOH, E.O.; OZAKI, L.S.; MUÑOZ, P.; MUÑOZ, V.; MARTÍNEZ, F.J.; FREDES F. 2011. *Cryptosporidium parvum* in diarrheic calves detected by microscopy and identified by immunochromatographic and molecular methods. *Vet. Parasitol.*, 176: 139–144.
- FREDES, F. 2024. Criptosporidiosis bovina. *In*: Retamal, P.; Ramírez, G.; Abalos, P.; Fredes, F. *Enfermedades Animales Producidas por Agentes Biológicos*. Editorial Universitaria, Santiago - Chile. 64 - 74. ISBN Impreso: 978-956-11-3046-3 ISBN Digital: 978-956-11-3047-0
- LEIVA, T.; COOKE, R.F.; LASMAR, P.V.F.; VALARELLI, R.L.; DE SIMAS, J.M.C.; ZAPA, D.M.B.; COUTO, L.F.M.; HELLER, L.M.; LOPES, W.D.Z. 2024. Supplementing narasin or monensin to control coccidiosis in naturally infected calves. *Translat. Anim. Sci.* 8, txae069 <https://doi.org/10.1093/tas/txae069>
- MERCADO, R.; PEÑA, S; OZAKI, L.S.; FREDES, F.; GODOY, J. 2015. Multiple *Cryptosporidium parvum* subtypes detected in a unique isolate of a Chilean neonatal calf with diarrhea. *Parasitol. Res.*, 114:1985–1988.
- KARIM, M.R.; LI, J.; HARUN, A.B.; RUME, F.I; ZHANG, L. 2024. Molecular characterization and zoonotic risk assessment of *Cryptosporidium* spp. in children and calves in Bangladesh. *One Health*, 18: 100692 <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100692>



- MORGOGNONE, M.E.; BOSCO, A.; MAURELLI, M.P.; ALVES, L.C.; SARALLI, G.; BRUNI, G.; CRINGOLI, G.; RINALDI, L. 2020. A 10-Year Surveillance of *Eimeria* spp. in Cattle and Buffaloes in a Mediterranean Area. *Front. Vet. Sci.*, 7: 410. doi: 10.3389/fvets.2020.00410
- OLIVARES-MUÑOZ, A.; ALONSO-DÍAZ, M.A.; ROMERO-SALAS, D.; CRUZ-ROMERO, A.; BARRIENTOS-MORALES, M.; PINOS-RODRÍGUEZ, J.M. 2022. Prevalence and risk factors of coccidiosis in calves from Veracruz, México. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 31(3): e005622. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612022043>



PARASITOSIS CLAVES EN GANADO BOVINO: DIAGNÓSTICO, IMPACTO Y MANEJO EFICAZ PARA OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN.

Key parasitoses in cattle: diagnosis, impact and effective management to optimize production.

F. Fredes

Departamento de Medicina Preventiva Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias (FAVET), Universidad de Chile.

ffredes@uchile.cl

Dado que existirá una conferencia relacionada con la coccidiosis y criptosporidiosis bovina, esta presentación se basará solo en los helmintos más comunes que causan parasitismo gastrointestinal en el ganado bovino.

En términos generales, se ha descrito que los helmintos gastrointestinales suelen ser específicos de hospedero (salvo excepciones) e incluso de ubicación u órgano blanco y los grupos parasitarios que serán mencionados son nematodos los de las familias Trichostrongylidae, Strongylidae, Ancylostomatidae, Trichuridae, así como cestodos de la familia Anoplocephalidae y un trematodo de la familia Fasciolidae.

Al igual como ocurre con los protozoos apicomplexos, los animales a pastoreo se infectan con helmintos gastrointestinales durante su vida y el riesgo de infección aumenta cuando la densidad animal es alta, la materia fecal se acumula, as condiciones ambientales son óptimas para la supervivencia de los estadios de resistencia (huevo o larva) y sumado a lo anterior, cuando existen factores de estrés relacionados con el manejo productivo. Si esto ocurre, la gravedad de la enfermedad resultante puede variar desde asintomática hasta una enfermedad debilitante y mortal, según el estado inmunológico de los animales, la carga parasitaria adquirida, la patogenicidad de las especies involucradas, los factores estresantes concurrentes y las enfermedades concomitantes.

Los rumiantes adquieren inmunidad protectora no estéril, contra los helmintos gastrointestinales, después de la exposición a los parásitos, pero con una memoria inmunológica de corta duración. Por esto, los animales jóvenes y en crecimiento (primo infección) son los más susceptibles a la enfermedad, especialmente en la primera temporada de pastoreo. Así también y sin importar la edad, los animales que han dejado de estar expuestos al agente, por estar mantenidos en un entorno "libre de parásitos", no desarrollan inmunidad protectora y sufren signos clínicos graves, incluso en la edad adulta. Sumado a lo anterior, la presencia de anticuerpos específicos contra los helmintos en la leche y el calostro del ganado bovino y de los pequeños rumiantes, no asegura que estos anticuerpos induzcan inmunidad protectora. Por lo anterior, este tipo de animales que puede ser una pequeña proporción de los animales de un rebaño, eliminan una elevada carga de elementos de resistencia al ambiente y pasan a ser una gran fuente de contaminación ambiental para el resto de los animales, los que deberían ser identificados con fines de control y prevención.

Se ha descrito que los rumiantes jóvenes, también adquieren infecciones causadas por parásitos cestodos mientras pastan, los que se adquieren, por el consumo de un hospedero intermediario, ya que esta clase parasitaria tiene un ciclo de vida indirecto. Se ha descrito, que las infecciones leves a moderadas con cestodos rara vez producen signos clínicos, ya que la



inmunidad no estéril adquirida generalmente previene la enfermedad, a menos que el animal se enfrente a cargas ambientales muy altas.

Según el segmento del aparato digestivo del bovino, los géneros de los principales helmintos parásitos son: en el abomaso *Haemonchus*, *Ostertagia* y *Trichostrongylus*; en intestino delgado *Bunostomum*, *Nematodirus*, *Cooperia*, *Trichostrongylus* y *Moniezia*; en intestino grueso *Oesophagostomum*, *Chabertia*, *Trichuris*, *Moniezia* y *Thysanosoma*; en tanto que en hígado se describen *Fasciola* y *Thysanosoma*.

Los helmintos que parasitan el abomaso según la virulencia y la carga parasitaria, causan erosión y ulceración de la mucosa gástrica y, como consecuencia, gastritis, lo que puede redundar según la especie en anemia profunda, hipoproteinemia y problemas de crecimiento. Así también, puede disminuir la cantidad de pepsina y ácido clorhídrico producidos, lo que da como resultado un abomaso potencialmente menos ácido.

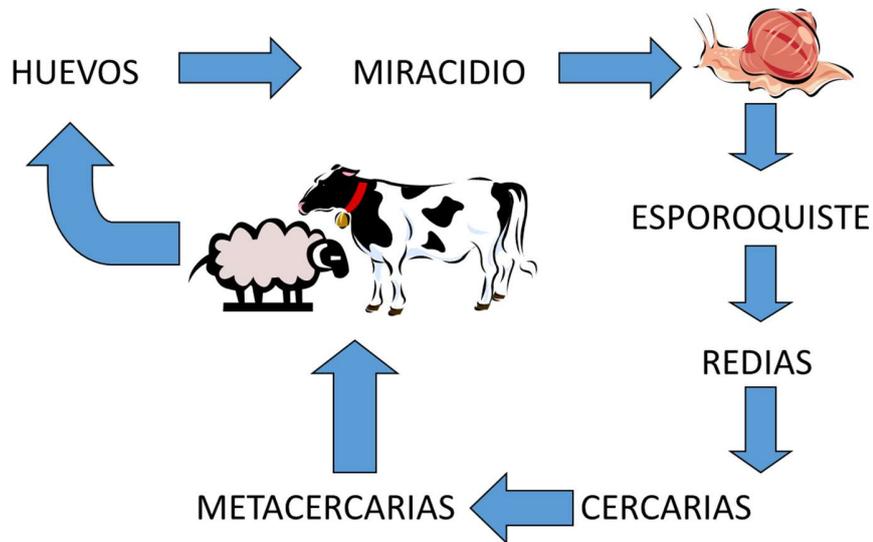
Por otro lado, la infección con nematodos en el intestino delgado produce enteritis y grados variables de enteropatía con pérdida de proteínas, según la virulencia y la carga parasitaria. En tanto que los cestodos del intestino delgado rara vez causan enfermedades en el ganado adulto; sin embargo, pueden causar problemas de crecimiento y pérdida de peso en animales jóvenes con infecciones que pueden llegar a ser muy graves.

En el caso los parásitos gastrointestinales del intestino grueso, causan enteritis con hemorragias petequiales y edema de la pared intestinal, así como grados variables de enteropatía con pérdida de proteínas, dependiendo de la virulencia del parásito y de la carga parasitaria. En infecciones crónicas, algunos de estos agentes pueden causar la formación de nódulos calcificados en la superficie serosa.

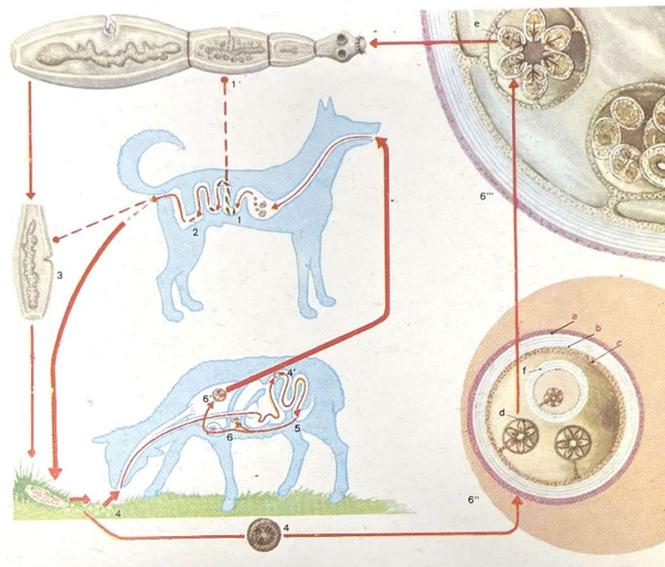
Conocido es el hecho que la fasciolosis, causada en Chile por *Fasciola hepatica*, es la zoonosis parasitaria de mayor importancia en los animales de abasto beneficiados en las plantas faenadoras y además el nivel de infección va en aumento especialmente en aquellas zonas donde se encuentran las condiciones ambientales óptimas para la presencia de su hospedero intermediario. Por ello su distribución podría variar en función de las fluctuaciones climáticas que se están produciendo a escala global. Así, por ejemplo, la prevalencia de la fasciolosis bovina en el periodo 1989-1995 fue de 30,1%, en tanto que del total de animales beneficiados durante 2019 a nivel país, el nivel de infección por distomatosis fue de un 57,3%.

Bajo el marco teórico descrito la presentación se enfocará en revisar las parasitosis helmínticas claves del ganado bovino en relación a su diagnóstico, impacto y manejo eficaz para optimizar la producción.

A continuación, se pueden observar representaciones gráficas de los ciclos biológicos de las dos enfermedades parasitarias gastrointestinales que causan mayor decomiso en lo animales de abasto de Chile.



Ciclo biológico del trematodo *Fasciola hepatica*



Ciclo biológico del cestodo *Echinococcus granulosus* (Gállego Berebguer, 1980)

Referencias

- FREDES, F. 2024. Fasciolosis. In: RETAMAL, P.; RAMÍREZ, G.; ABALOS, P.; FREDES, F. Enfermedades Animales Producidas por Agentes Biológicos. Editorial Universitaria, Santiago - Chile. 96 - 104. ISBN Impreso: 978-956-11-3046-3 ISBN Digital: 978-956-11-3047-0
- PEÑA-ESPINOZA, M.; VALENTE, A.H.; THAMSBORG, S.M.; SIMONSEN, H.T.; BOAS, U.; ENEMARK, H.L.; LÓPEZ-MUÑOZ, R.; WILLIAMS, A.R. 2018. Antiparasitic



activity of chicory (*Cichorium intybus*) and its natural bioactive compounds in livestock: a review. *Parasit Vectors* 11(1): 475. doi: 10.1186/s13071-018-3012-4.

- VERCRUYSSSE, J.; CHARLIER, J.; VAN DIJK, J.; MORGAN, E.R.; GEARY, T.; VON SAMSONHIMMELSTJERNA, G.; CLAEREBOUT, E. 2018. Control of helminth ruminant infections by 2030. *Parasitology* 145: 1655–1664. <https://doi.org/10.1017/S003118201700227X>



ERRADICACIÓN DE LA BRUCELOSIS BOVINA: ¿CUÁNTO FALTA?

Eradication of Bovine brucellosis: How much longer to get there?

M. Vega, C. Toledo R. Peña

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO

PROGRAMA NACIONAL DE ERRADICACIÓN DE BRUCELOSIS BOVINA

Objetivo: Erradicar la Brucelosis bovina en Chile.

Utiliza la **zonificación** como estrategia para erradicar.

3 Ejes Estratégicos:

1. Detección de rebaños infectados (vigilancia de Brucelosis bovina)
2. Saneamiento de los predios infectados (cuarentenas)
3. Impedir la diseminación de la enfermedad (medidas preventivas y de control como vacunación, movimiento, declaración áreas libres).

La estrategia de vigilancia de brucelosis bovina en Chile aprovecha los puntos focales de confluencia de ganado y leche como son las ferias, mataderos y plantas lecheras y queseras. Además, comprende los muestreos de área, las investigaciones de abortos y la información proveniente de laboratorios SAG y privados.

En los predios infectados el SAG se enfoca en el saneamiento del rebaño, con medidas como la vacunación y la detección/eliminación de positivos. Esto ha permitido el levantamiento de cientos de cuarentenas desde el año 2006 hasta la fecha (Figura 1), en que la enfermedad se circunscribe a solo unos pocos predios en algunas zonas específicas.

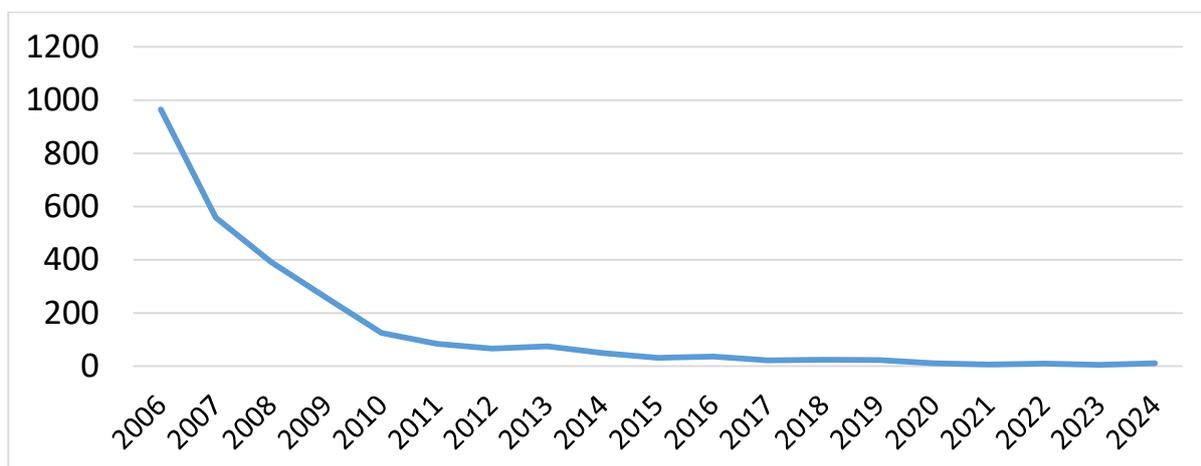


Figura 1 Evolución de las cuarentenas nuevas, periodo 2006-2024

Se impide la diseminación de la enfermedad con medidas como la cuarentena predial, pero a escala nacional se aplica en el territorio una estrategia de zonificación, que para el caso de brucelosis bovina considera tres zonas: una gran zona libre desde las regiones del norte hasta



Valparaíso, un área de erradicación en las regiones centro-sur y otra gran zona libre en las regiones australes (Figura 2).

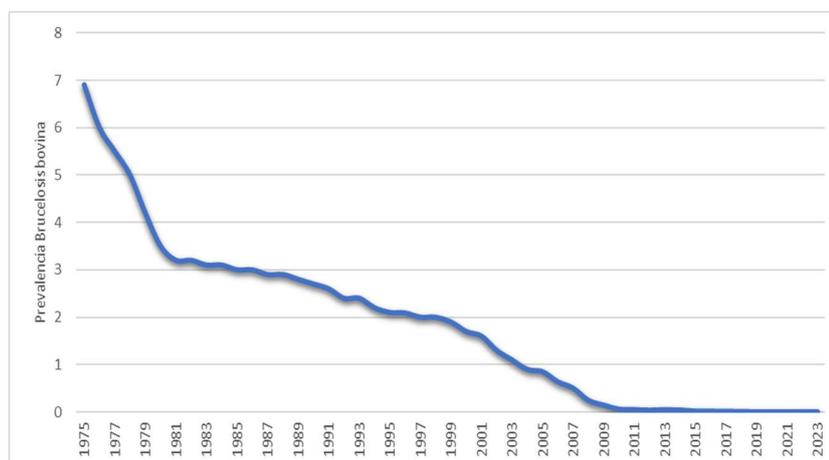


Figura 2: Áreas de zonificación para brucelosis bovina en Chile.

Resultados del Programa

Desde 1975 en que se comienza con un plan de control de brucelosis bovina que incluía estrategias como la vacunación, en su tiempo con Cepa 19, se ha logrado ir disminuyendo la prevalencia predial, sumándose hitos como el programa de Predios Libres, autorización de laboratorios y médico veterinarios, introducción de la vacuna RB51, y la medida de cuarentenas prediales el año 2006.

En los últimos años la frecuencia de predios infectados, y por ende las cuarentenas, han disminuido considerablemente, por lo que se puede pensar que la enfermedad sigue estando presente, aunque en una frecuencia muy baja (Fig. 3).





Esto último necesariamente significa que se debe reforzar la vigilancia de brucelosis bovina con el fin de lograr la detección de todos los casos, una forma es el aumento de vigilancia activa, por ejemplo, con muestreos de área.

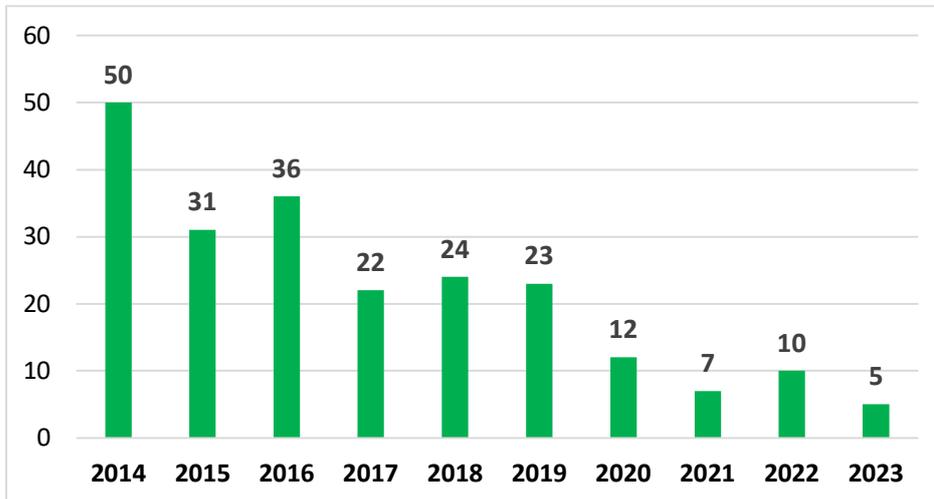


Figura 4. Número de cuarentenas nuevas período 2024-2023.

Las últimas cuarentenas iniciadas se ubican en la Región Metropolitana, Región de Ñuble, y Los Lagos (Tabla 1).

Región	Comuna	Cuarentenas nuevas 2024	Cuarentenas activas hoy
Metropolitana	Tiltil	1	1
	Colina	1	1
	Lo Barnechea	-	1
Ñuble	Chillan	2	1
Los Lagos	Los Muermos	1	1
	Fresia	2	2
	Osorno	1	1
	Purranque	2	2
	Frutillar	1	-
	Puerto Varas	1	-
Total		12	10

Tabla 1 Nuevas cuarentenas brucelosis bovina 2024



Dificultades

La vigilancia de brucelosis bovina se lleva a cabo en las plantas lecheras, en ferias ganaderas, mataderos, en muestreos prediales, investigaciones síndrome abortivo, en laboratorios privados y muestreos de área, esto implica un costo 95% privado y solo un 5% directamente SAG.

Año	Vigilancia	
	Predios	Bovinos
2021	23.042	1.441.951
2022	20.863	1.169.274
2023	22.225	1.297.979

Tabla 2 número de predios y bovinos vigilados para brucelosis bovina.

Todas estas modalidades de vigilancia dejan fuera un importante número de predios, con lo que la cobertura de vigilancia del programa es insuficiente para abarcar todo el universo bovino susceptible.

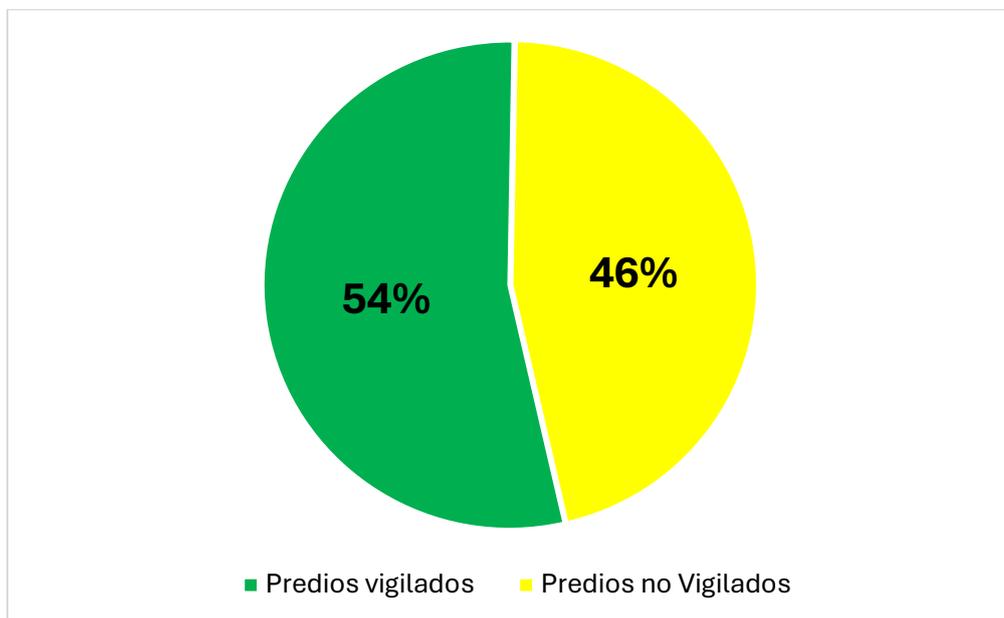


Figura 5. Porcentaje de predios vigilados enero 2020-septiembre 2024

Esto impulsa a que el SAG incorpore a su vigilancia poblaciones poco o no cubiertas por el programa, extendiendo las áreas de la vigilancia, con vistas a demostrar ausencia de enfermedad en base a evidencia.



De detectar predios infectados se aplicará cuarentena al rebaño y se da inicio a una investigación epidemiológica que permita la detección de planteles asociados contactos y movimientos de animales.

La estrategia actual por lo tanto se basa en mantener la vigilancia, ampliarla mediante muestreos de área y a nivel regional avanzar en la zonificación, para pasar desde regiones sin casos a regiones provisionalmente libres, hasta regiones libres (Figura 6).

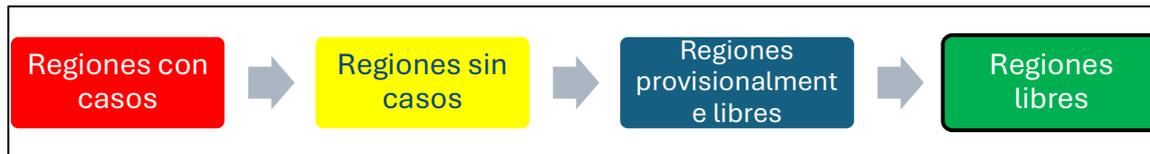


Figura 6. Estrategia de avance regional en zonificación

Para esto se requiere la participación del sector privado, autoridades nacionales regionales y comunales, universidades, gremios y otros; una campaña comunicacional eficiente y un despliegue territorial contundente.

Proyecciones

Se proyecta en el corto plazo la declaración de zona provisionalmente libre en la isla de Chiloé, y a la Región de Los Ríos (Figura 7).

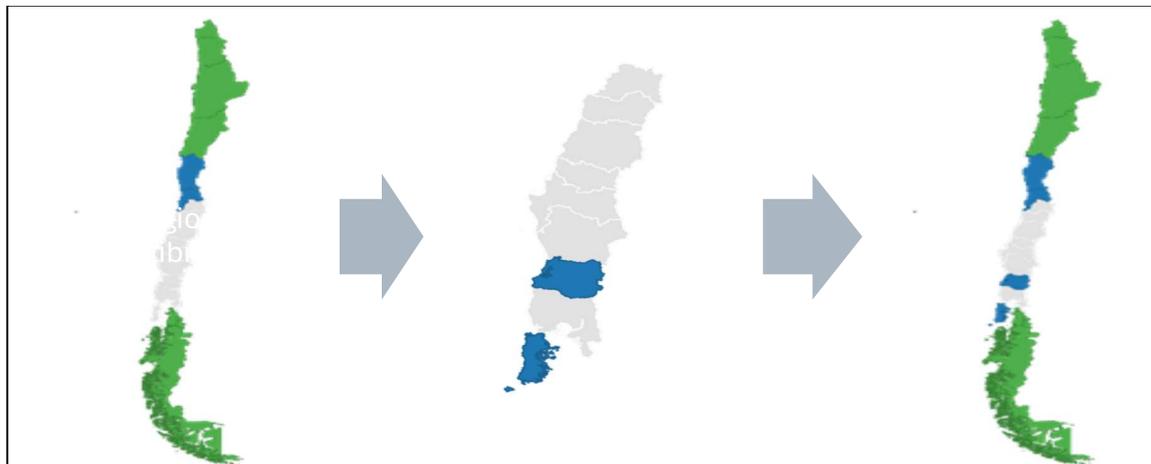


Figura 7 Proyección de zonificación regional

En la Región de Los Ríos durante 2024 se está desarrollando un trabajo que contempla muestreos de área y tiene como meta incorporar a la vigilancia 3.400 predios bovinos. Este despliegue en terreno ya está permitiendo alcanzar la tasa de vigilancia necesaria para la declaración de región provisionalmente libre.





BENEFICIOS Y LIMITACIONES DE LA ALIMENTACIÓN LÁCTEA INTENSIFICADA EN TERNEROS DE LECHERÍA.

Benefits and limitations of enhanced milk feeding in dairy calves.

Ana Velásquez-Muñoz. M.V, MSc., PhD.

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

INTRODUCCIÓN.

La crianza de terneras es un punto crítico en la eficiencia de un sistema productivo lechero, ya que estas deben ser capaces de alcanzar los objetivos de la industria asociados a morbilidad, mortalidad, ganancia de peso diaria (GPD), edad y peso al encaste y al primer parto. Por lo tanto, la dieta desde el nacimiento es fundamental para que las terneras puedan satisfacer sus necesidades nutricionales y alcanzar un crecimiento y desarrollo óptimo (Drackley, 2008). Por otro lado, la oferta de alimentos debiese considerar las distintas etapas del ternero desde su fase de pre-rumiante a rumiante (Palczynski et al., 2020).

Históricamente, la crianza de hembras de reemplazo ha representado del 15 al 20% de los costos totales de producción, y es el segundo gasto más alto en las lecherías (Heinrichs et al., 1993). La etapa más costosa de generar hembras de reemplazo es del nacimiento al destete (predestete), siendo la alimentación con leche o sustituto lácteo aproximadamente el 40% de los gastos (Boulton et al., 2017). Además, esta etapa es donde los terneros presentan una mayor susceptibilidad a enfermedades y por ende una mayor mortalidad (Urie et al., 2018).

Es importante considerar que la crianza artificial de terneras de lechería es intensiva y bastante particular cuando la comparamos con bovinos de carne o bovinos salvajes. Por ejemplo, la etapa de predestete en terneros de lechería tiene una menor duración y los animales son expuestos a distintos manejos que causan estrés y pueden impactar su salud, crecimiento y bienestar (Hulbert y Moisés, 2016). De manera tradicional, el predestete en terneras de lechería ha sido asociado a una restricción en la oferta de alimento lácteo, con el fin de estimular un desarrollo ruminal temprano mediante la introducción de alimentos sólidos (Kertz et al., 2017). A pesar de esto, la investigación de las últimas dos décadas nos ha entregado evidencia de que alimentar planos nutricionales altos de leche está asociado con beneficios en el crecimiento, salud y el bienestar de los terneros (Welk et al., 2023). Es fundamental mencionar que la fuente más importante de energía y nutrientes para un correcto crecimiento y desarrollo en las primeras semanas de vida de los terneros proviene del alimento lácteo. Por lo cual una restricción en esta etapa conlleva a repercusiones negativas.

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

ALIMENTACIÓN LÁCTEA CONVENCIONAL VS. INTENSIFICADA.

La alimentación láctea convencional o restrictiva (ALR) se basa en facilitar un destete temprano y acelerar la transición de una alimentación láctea a sólida, estimulando el desarrollo ruminal (Khan et al., 2011). En ALR se ofrece el 10% del peso vivo al nacimiento en leche o sustituto lácteo (20% proteína y 20-22% grasa en base a materia seca) durante el predestete y con esto se estimula el consumo de concentrado de iniciación antes del primer mes vida (Khan et al., 2011; Kertz et al, 2017). Este sistema tiene claras ventajas económicas, ya que



como se mencionó anteriormente, la alimentación láctea es el mayor costo en esta etapa (Tabla 1). A pesar de esto, el restringir el consumo de leche ha sido asociado a menores tasas de crecimiento y a un menor consumo de nutrientes, lo cual impacta la salud y bienestar de estos animales (Khan et al., 2011; Welk et al., 2023).

Por otro lado, diversos estudios han demostrado que los terneros son capaces de consumir más de 9 litros de leche al día sin un aparente compromiso en la salud (Khan et al., 2011; Rosenberger et al., 2017). Esto también indicaría que los terneros necesitan un mayor consumo de leche para lograr saciedad (Palczynski et al., 2020). Por lo que un sistema de alimentación láctea intensificada (ALI) se basa en ofrecer una cantidad de alimento lácteo por sobre los requerimientos de mantención del ternero. Para esto se ofrece al menos 20% del peso vivo al nacimiento en leche entera o sustituto lácteo (28-30% proteína y 20% grasa en base a materia seca) durante el predestete (Tabla 1; Khan et al., 2011; Kertz et al., 2017). La leche o sustituto lácteo se alimenta mediante un aumento progresivo de la cantidad de leche en los primeros días de vida y también en un destete progresivo en las últimas semanas de esta etapa. Hay que tener presente que con ALI se retrasa el consumo de concentrado de iniciación, lo que puede retrasar la transición a rumiante y aumentar los costos de crianza (Kertz et al., 2017). Por otro lado, al aumentar la oferta de leche deben generarse cambios en la frecuencia de la alimentación, para favorecer el consumo adecuado por parte de los terneros. A pesar de esto las ventajas asociadas a este plano nutricional no solo se reflejan en los primeros meses de vida, si no que hasta la primera lactancia.

Para ejemplificar, un ternero Holstein en un sistema de alimentación restrictivo consume 4 a 5 litros de leche al día y se destete aproximadamente a las 7 u 8 semanas de vida y en un sistema intensificado consume al menos 8 litros al día, repartido en al menos dos tomas diarias con un destete promedio a los 10 semanas.

Tabla 1. Resumen de las principales características de sistema de alimentación láctea convencional e intensificada para terneros de lechería

Sistema convencional/restringido	Sistema intensificado
Motivación económica	Satisfacer requerimientos nutricionales
10% del peso vivo al nacimiento	≥ 20% peso vivo al nacimiento
Leche de descarte, entera o sustituto lácteo	Leche de descarte, entera o sustituto lácteo
Sustituto lácteo: 20% Proteína, 20% grasa, 0,45-0,56 kg/d	Sustituto lácteo: 28-30% proteína, 15-20% grasa, 0.9-1.3 kg/d
Estimular consumo de concentrado	Estimular crecimiento, mejorar salud y bienestar

EFFECTO DE LA NUTRICIÓN LÁCTEA EN EL CONSUMO DE CONCENTRADO DE INICIACIÓN.

Una de las mayores problemáticas asociadas a ALI es un retraso en el consumo de alimentos sólidos. A pesar de esto, existe robusta evidencia científica que el consumo de concentrado de iniciación en las primeras 3 a 4 semanas de vida se mantiene bajo independiente de la cantidad de leche ofrecida (Tabla 2) y que no representa un ingreso calórico significativo para el ternero, ya que el consumo es menor a 50 gr/d (Khan et al., 2011; Rosenberger et al., 2017; Curtis et al., 2018). Esto trae como consecuencia que al limitar la oferta de leche al 10% del



peso vivo, no se están satisfaciendo todos los requerimientos nutricionales del ternero en las primeras semanas de vida. De todas maneras, el concentrado de iniciación es un alimento necesario para el desarrollo ruminal y debe ser suministrado desde la primera semana en pequeñas cantidades.

Se ha descrito que terneros con ALI tienen un menor consumo de concentrado de iniciación durante el predestete (Tabla 2). Pero más relevante es que este consumo puede permanecer bajo posterior al destete, lo cual se ha asociado con una pérdida de peso, lo que compromete y anula los beneficios de este sistema de alimentación (de Passillé et al., 2011; Quigley et al., 2018). Para evitar estas consecuencias, hay que considerar que terneros en programas ALI (sobre todo si se les está ofreciendo más del 20% del peso vivo) deben tener un periodo de predestete más prolongado, el que se ha descrito entre las 9 a las 12 semanas (de Passillé et al., 2011; Curtis et al., 2018). Por otro lado, el destete debe hacerse de manera progresiva para monitorear y estimular el consumo de concentrado de iniciación (Ahmadi et al., 2022). Hay numerosos estudios que demuestran que una vez que comienza el proceso de destete los terneros ALI aumentan su consumo de concentrado y en la mayoría de los casos igualan a los terneros en un sistema ALR, con un consumo de concentrado de iniciación superior a 1,5 kg/d al finalizar el proceso del destete (Curtis et al., 2018; Jafari et al., 2021). Además, estos animales pueden mantener un consumo posdestete que es similar a terneros ALR (Tabla 2). Por lo cual este no debería ser un motivo para restringir el consumo de leche.

Tabla 2. Consumo de concentrado de iniciación con distinta oferta de sustituto lácteo entre los 7 a 68 días de vida en terneros Holstein. Fuente: Rosenberger et al., 2017

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

Existe información limitada en relación con el desarrollo ruminal en terneros con ALI. Jafari et al. (2021) reportaron una menor concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) al día 35 de vida de terneros alimentados 8 L/día en comparación con terneros alimentados 4 L/día. Esto se explica principalmente por el menor consumo de concentrado de iniciación en las primeras semanas de vida (Khan et al., 2007). Pero al destete y posterior al destete se ha reportado que terneros ALI tienen mayores concentraciones de AGV que terneros con dietas restrictivas (Khan et al., 2007; Jafari et al., 2021; Wu et al., 2021). Los autores concluyen que esta diferencia puede deberse a que al hacer un destete progresivo de los terneros en programas ALI se estimula el consumo de concentrado de iniciación y heno lo que impacta positivamente la capacidad de fermentación ruminal. Por otro lado, Wu et al. (2021) reportan un incremento en el largo de las papilas ruminales en terneros ALI.

EFFECTO DE LA NUTRICIÓN LÁCTEA EN EL CRECIMIENTO.

En el 2023 fue publicada una revisión sistemática enfocada en los efectos de las prácticas para alimentar leche a terneros de lechería. En este estudio se reportan 56 estudios en los que se ha evaluado el efecto de ALI en crecimiento de terneros. Se concluye que en el 90% de los estudios publicados se ha encontrado una asociación positiva entre el aumento de la



oferta de leche y la GPD en el predestete en comparación con terneros en sistema ALR (Welk et al., 2023).

Estudios publicados son consistentes en reportar una mayor GPD durante toda la fase de predestete en terneros alimentados con ALI o ad-libitum. Esta mayor ganancia de peso ha sido descrita no solo por la mayor cantidad de nutrientes entregados al ternero, pero también porque los componentes nutricionales de la leche o sustituto lácteo tienen una mayor digestibilidad que los del concentrado de iniciación (Orellana-Rivas et al., 2020; van Nierkerk et al., 2020; Jafari et al., 2021). De todas maneras, la ganancia de peso entre estudios es variable y también va asociada a la cantidad y calidad de sustituto lácteo suministrado. Se han descrito GPD para terneros con ALI que van de los 615 gr/d hasta 1,04 kg/d en el predestete (Rosenberger et al., 2017; Curtis et al., 2018; Jafari et al., 2021; Ivermeyer et al., 2022). Es importante considerar que bajo las nuevas recomendaciones se considera que una GPD excelente en terneras de lechería en el predestete debe ser superior a 800 gr/d (Shivley et al., 2018). Por otro lado, el impacto de ALI en GPD al destete y posterior al destete no es tan claro y no hay evidencia consistente para determinar un efecto a largo plazo en esta variable (Welk et al., 2023).

EFFECTO DE LA NUTRICIÓN LÁCTEA EN LA SALUD.

Animales que se encuentran bien nutridos y en un ambiente adecuado tienden a ser más sanos y presentar menor incidencia y severidad de patologías. Por lo demás una alta tasa de mortalidad en el predestete está asociada con bajo bienestar animal (Umaña Sedó et al., 2023). La nutrición es determinante para una adecuada respuesta inmune, ya que se necesita proteína, energía, vitaminas, minerales para una montar una respuesta acorde a la edad del ternero (Galyean et al., 1999; Vlasova y Saif, 2021).

En el predestete, la incidencia de enfermedades es alta y las principales causas de morbilidad y mortalidad son diarreas y enfermedades respiratorias (Urie et al., 2018). En términos generales el mayor impacto en la salud de los terneros en el predestete lo tiene la transferencia de inmunidad pasiva por medio del calostro (Godden et al., 2019). De todas maneras, se ha descrito una menor presentación de diarreas en terneras con planos nutricionales de leche más altos (De Paula Vieira et al., 2008; Wu et al., 2021). Pero también estudios apuntan a un efecto variable del plano nutricional en la salud (Welk et al., 2023) Cabe destacar que hay estudios en los que se ha reportado una mayor incidencia de diarreas en terneros alimentados con ALI que en terneros con ALR (Quigley et al., 2006). Esto puede deberse a la definición de diarrea de cada estudio, ya que no siempre se evalúa si la diarrea es de origen infeccioso o asociado a manejo. Cambios en consistencia de la materia fecal se pueden producir al aumentar el plano nutricional, incluso si este es progresivo. Por otro lado, se ha reportado una alta incidencia de diarreas en terneros con una oferta de hasta 10L/d de leche debido a condiciones ambientales extremas (estrés calórico) (Velasquez-Munoz et al., 2022).

EFFECTO DE LA NUTRICIÓN LÁCTEA EN EL BIENESTAR Y COMPORTAMIENTO.

No cabe duda de los beneficios de ALI en el bienestar de las terneras de lechería, ya que al aumentar la oferta de leche se disminuyen algunos comportamientos que producen estados negativos en los terneros. Si bien en la literatura se han observado una gran diversidad de comportamientos en terneros alimentados con sistemas de ALR o ALI, los que más destacan son la motivación de los terneros por consumir leche, los comportamientos asociados al hambre y los comportamientos antagónicos hacia otros terneros en el caso de ser criados en grupos (De Paula Vieira et al., 2008; Krachun et al., 2010; Welk et al., 2023). Cabe mencionar,



que en estudios en los cuales se han usado alimentadores automáticos, los terneros con ALR tienen más visitas sin recompensa en el alimentador, lo que se traduce en pasan más tiempo realizando amamantamiento no nutritivo y consumen su ración de manera más rápida que terneros con ALI (De Paula Vieira et al., 2008; de Passillé et al., 2011; Rosenberger et al., 2017). Por ejemplo, se determinó que terneros alimentados ad-libitum tuvieron en promedio 2,1 visitas sin recompensa al día, en comparación con 24 visitas en el grupo de terneros ALR, cada visita tuvo una duración por sobre los 4 minutos (De Paula Vieira et al., 2008). Hay que considerar que estas visitas se relacionan con el hambre y un estado de saciedad no alcanzado, además al realizar este tipo de comportamiento de manera recurrente durante el día, los terneros están dejando de realizar comportamientos asociados a un buen bienestar, como lo son el descanso y el juego (Krachun et al., 2010; de Passillé et al., 2011). El comportamiento de juego ya sea de manera individual o como grupo, es un indicador relevante de bienestar en terneros (Krachun et al., 2010). Existe evidencia de que en las 3 primeras semanas de vida el tiempo de juego se reduce debido a ALR y probablemente a un bajo nivel de energía (Krachun et al., 2010, Duve et al., 2012). Por otro lado, terneros que se mantienen en dietas restrictivas vocalizan más, pero esto se ha hecho más evidente en estudios donde los terneros son alimentados de manera directa por personas y no por medio de un alimentador automático (De Paula Vieira et al., 2008). Se ha descrito que la vocalización a la hora de la alimentación podría ser realizada como una manera de tratar de conseguir más alimento. También se ha reportado que los terneros ALR son más competitivos con otros animales, pero este no ha sido un comportamiento observado de manera constante en los estudios (De Paula Vieira et al., 2008; Welk et al., 2023). Una situación similar se ha descrito con el chupeteo dirigido hacia otros terneros u objetos dentro del corral, ya que tampoco es un comportamiento observado de manera consistente en distintos estudios (Ivermeyer et al., 2022; Welk et al., 2023).

Por otro lado, hay publicaciones en las cuales se ha evaluado el estrés y estado inflamatorio en terneros ALI comparado con ALR. Interesantemente, Alimirzaei et al. (2019) determinaron una menor concentración de cortisol sérico a los 14 y 28 días de vida que terneros ALI en comparación con ALR ($41,8 \pm 3,8$ vs $58,4 \pm 3,8$ nmol/l, $P=0,01$), una menor concentración de amiloide A sérico a los 14 días ($6,11 \pm 0,26$ vs $6,98 \pm 0,26$, $P < 0,05$), pero ambos indicadores fueron más altos al destete en comparación con el grupo con alimentación restringida (Alimirzaei et al., 2019). El destete en estos animales se llevó a cabo a los 57 días de vida, lo que este aumento de cortisol y amiloide sérico A podría ser reflejo de una menor adaptación al proceso del destete.

EFFECTO DE LA NUTRICIÓN LÁCTEA EN LA GLÁNDULA MAMARIA Y PRODUCCIÓN EN LA PRIMERA LACTANCIA.

En relación con el efecto del plano nutricional lácteo en el desarrollo del tejido mamario, los estudios de Geiger et al. (2016) y Soberon y Van Amburgh (2017) son relevantes de mencionar. Estos autores compararon un grupo de terneras ALI con un grupo de terneras ALR usando de sustituto lácteo (Tabla 3). Si bien las condiciones de estos estudios fueron distintas, las terneras se eutanasiaron al destete y se determinó una diferencia significativa en el peso de la glándula mamaria y del parénquima mamario, que favoreció a los grupos con dietas lácteas intensificadas (Tabla 3). Esto se tradujo en las terneras alimentadas con un sistema intensificado tuvieron un incremento significativo entre 3,4 y 5,2 veces en el peso de la glándula mamaria y de 5,9 a 7,3 veces en el peso del parénquima mamario en comparación con ALR (Soberon y Van Amburgh, 2017; Geiger et al., 2016). Potencialmente, esto nos puede indicar que el tejido mamario de terneras mantenidas con un plano nutricional intensificado responde



de manera positiva y pudiese estar asociado a una mayor producción de leche en la vida adulta.

Tabla 3. Resumen de los principales resultados de publicaciones asociando la oferta de alimento lácteo en el desarrollo de la glándula mamaria

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

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

También se ha estudiado el efecto de una dieta láctea intensificada (al menos 20% del peso vivo) y GPD en el predestete con la producción de leche en la primera lactancia. Hay abundante evidencia que sugiere una tendencia o un aumento significativo en la producción de leche a los 305 días, que se ha descrito sobre los 1.100 kg por lactancia comparado con la producción de leche de hembras que recibieron ALR en las primeras semanas de vida (Soberon and Van Amburgh, 2013; Gelsinger et al., 2016; Ahmadi et al., 2022). Es más, se estima que por cada kg de GPD predestete una ternera produce entre 850 y 1.113 kg más de leche en la primera lactancia en promedio (Soberon et al., 2012). Finalmente, se ha determinado que el 25% de la variación en la producción en la primera lactancia podría deberse a la GPD en el predestete (Khan et al., 2011). De todas maneras, aún se necesita estudios para estimar si el costo asociado a un sistema intensificado de alimentación láctea predestete se compensa con la longevidad y la producción láctea de esa hembra en la adultez.

CONCLUSIÓN.

La crianza de terneras de reemplazos es una inversión para el futuro, por lo cual los cuidados y manejos que realizados deben estar alineados para potenciar su desarrollo.

Los beneficios de aumentar la oferta de leche o sustituto lácteo en el predestete tiene indiscutibles efectos al corto y largo plazo. El sistema de alimentación láctea intensificada impacta la ganancia de peso, la salud, el bienestar y la futura producción de leche. A pesar de que se pueden presentar algunas limitaciones en su implementación, ajustando los manejos y prácticas prediales pueden generar resultados exitosos. Es importante mantener presente que la alimentación es un componente más del programa de crianza de hembras de reemplazo y diferentes aspectos deben ser considerados para alcanzar los objetivos sanitarios y productivos.

REFERENCIAS

AHMADI F, AKBARIAN-TEFAGHI M, JAFARI A, GHAFARI MH. 2022. Effects of different milk feeding levels and frequencies on performance of Holstein heifers during weaning and



- first lactation. *Scientific Reports*, 12:17780. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22560-y>
- ALIMIRZAEI M, ALIJOO YA, DEHGHAN-BANADAKY M, ESLAMIZAD M. 2020. The effects of feeding high or low milk levels in early life on growth performance, fecal microbial count and metabolic and inflammatory status of Holstein female calves. *Animal*, 14(2): 303-311. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001691>.
- BOULTON AC, RUSHTON J, WATHES DC. 2017. An empirical analysis of the cost of rearing dairy heifers from birth to first calving and the time taken to repay these costs. *Animal*, 11(8):1372-1380. doi:10.1017/S1751731117000064.
- CURTIS G, MCGREGOR ARGO C, JONES D, GROVE-WHITE D. 2018. The impact of early life nutrition and housing on growth and reproduction in dairy cattle. *PLoS ONE* 13(2): e0191687. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191687>
- DE PASSILLÉ AM, BORDERAS TF, RUSHEN J. 2011. Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. *Journal of Dairy Science*, 94(3):1401-8. doi: 10.3168/jds.2010-3441.
- DE PAULA VIEIRA A, GUESDON V, DE PASSILLÉ AM, VON KEYSERLINGK MAG, WEARY DM. 2008. Behavioural indicators of hunger in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 109(2–4):180-189. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.03.006>.
- DUVE LR, WEARY DM, HALEKOH U, JENSEN MB. 2012. The effects of social contact and milk allowance on responses to handling, play, and social behavior in young dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(11): 6571-6581. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5170>.
- GALYEAN ML, PERINO LJ, DUFF GC. 1999. Interaction of cattle health/immunity and nutrition, *Journal of Animal Science*, 77(5):1120–1134. <https://doi.org/10.2527/1999.7751120x>
- GEIGER AJ, PARSONS CLM, AKERS RM. 2016. Feeding a higher plane of nutrition and providing exogenous estrogen increases mammary gland development in Holstein heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 99(9):7642-7653
- GELSINGER SL, HEINRICHS AJ, JONES CM. 2016. A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 99(8):6206-6214. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10744>.
- GODDEN SM, LOMBARD JE, WOOLUMS AR. 2019. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.*, 35(3):535-556. doi: 10.1016/j.cvfa.2019.07.005.
- HEINRICHS A.J. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *Journal of Dairy Science*, 76:3179–3187. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77656-0.
- HULBERT LE, MOISÁ SJ. 2016. Stress, immunity, and the management of calves. *Journal of Dairy Science*, 99(4):3199-3216. doi: 10.3168/jds.2015-10198.
- IVEMEYER S, PREUßER J, HAAGER D, SIMANTKE C, WALDHERR P, KULL K, UTZ G, KNIERIM U, WINCKLER C. 2022. Impact of enhanced compared to restricted milk feeding on the behaviour and health of organic dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science*, 252:105655. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2022.105655>.
- JAFARI A, AZARFAR A, ALUGONGO GM, GHORBANI, GR, MIRZAEI M, FADAYIFAR A, HOSSIENI GHAFARI M. 2021. Milk feeding quantity and feeding frequency: effects on growth performance, rumen fermentation and blood metabolites of Holstein dairy calves. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1): 336–351. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1884504>
- JAMES K. DRACKLEY. 2008. Calf Nutrition from Birth to Breeding, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24 (1):55-86. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.01.001>.



- KERTZ AF, HILL TM, QUIGLEY JD, HEINRICHS AJ, LINN JG, DRACKLEY JK. 2017. A 100-Year Review: Calf nutrition and management. *Journal of Dairy Science*, 100(12):10151-10172. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062>.
- KHAN M, LEE H, LEE W, KIM H, KI K, HUR T, SUH G, KANG S, CHOI Y. 2007. Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional methods. *Journal of Dairy Science*, 90(7):3376–3387
- KHAN MA, WEARY DM, VON KEYSERLINGK MAG. 2011. Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 94(3):1071-1081. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3733>
- KRACHUN C, RUSHEN J, DE PASSILLÉ AM. 2010. Play behaviour in dairy calves is reduced by weaning and by a low energy intake. *Applied Animal Behaviour Science*, 122(2–4): 71-76. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2009.12.002>.
- ORELLANA RIVAS R, KOMORI G, BEIHLING V, MARINS T, BERNARD J, TAO S. 2020. Effects of milk replacer feeding levels on performance and metabolism of preweaned dairy calves during summer. *J Dairy Sci*. 103(1): 313-324.
- PALCZYNSKI LJ, BLEACH ECL, BRENNAN ML, ROBINSON PA. 2020. Appropriate Dairy Calf Feeding from Birth to Weaning: "It's an Investment for the Future". *Animals*, 10(1):116. doi: 10.3390/ani10010116. PMID: 31936781; PMCID: PMC7023151.
- QUIGLEY JD, WOLFE TA, ELSASSER TH. 2006. Effects of additional milk replacer feeding on calf health, growth, and selected blood metabolites in calves. *Journal of Dairy Science*, 89(1): 207-216. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72085-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72085-9).
- QUIGLEY, JD, HILL TM, DENNIS TS, SUAREZ-MENA FX, SCHLOTTERBECK RL. 2018. Effects of feeding milk replacer at 2 rates with pelleted, low-starch or texturized, high-starch starters on calf performance and digestion. *Journal of Dairy Science*, 101:1–12. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13851> (2018).
- ROSENBERGER K, COSTA JHC, NEAVE HW, VON KEYSERLINGK MAG, WEARY DM. 2017. The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 100(1):504-512. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11195>.
- SHIVLEY CB, LOMBARD JE, URIE NJ, KOPRAL CA, SANTIN M, EARLEYWINE TJ, OLSON JD, GARRY FB. 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part VI. Factors associated with average daily gain in preweaned dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 101(10):9245-9258. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14022>.
- SOBERON F, RAFFRENATO E, EVERETT RW, VAN AMBURGH ME. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(2):783-793. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4391>. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11283>.
- SOBERON F, VAN AMBURGH ME. 2013. LACTATION BIOLOGY SYMPOSIUM: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *Journal of Animal Science*, 91(2):706–712. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5834>
- SOBERON F, VAN AMBURGH ME. 2017. Effects of preweaning nutrient intake in the developing mammary parenchymal tissue. *Journal of Dairy Science*, 100(6):4996-5004. doi: 10.3168/jds.2016-11826.
- UMAÑA SEDÓ SG, WINDER CB, RENAUD DL. 2023. Graduate Student Literature Review: The problem of calf mortality on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 106(10):7164-7176. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22795>.
- URIE NJ, LOMBARD JE, SHIVLEY CB, KOPRAL CA, ADAMS AE, EARLEYWINE TJ, OLSON JD, GARRY FB. 2018. Preweaned heifer management on US dairy operations: Part V. Factors associated with morbidity and mortality in preweaned dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 101(10):9229-9244. doi: 10.3168/jds.2017-14019.



- VAN NIEKERK J, FISCHER-TLUSTOS A, DEIKUN L, QUIGLEY J, DENNIS T, SUAREZ-MENA F, HILL T, SCHLOTTERBECK R, GUAN L, STEELE M. 2020. Effect of amount of milk replacer fed and the processing of corn in starter on growth performance, nutrient digestibility, and rumen and fecal fibrolytic bacteria of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 103(3):2186–2199.
- VELASQUEZ-MUNOZ A, MEZA-CORREA N, RAO S, MANRÍQUEZ D, ROMÁN-MUNIZ IN, PINEDO PJ. 2022. Effect of a 2-step probiotic program on digestive health and performance of Holstein heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 105(9):7642-7653. doi: 10.3168/jds.2021-21589.
- VLASOVA AN, SAIF LJ. 2021. Bovine Immunology: Implications for Dairy Cattle. *Frontiers in Immunology*, 12. 10.3389/fimmu.2021.643206
- WELK A, NEAVE HW, JENSEN MB. 2023. Invited review: The effect of weaning practices on dairy calf performance, behavior, and health—A systematic review. *Journal of Dairy Science*, 107(8):5237-5258. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-24521>.
- WU S, LI X, CHEN X, ZHU Y, YAO J. 2021. Optimizing the growth and immune system of dairy calves by subdividing the pre-weaning period and providing different milk volumes for each stage. *Animal Nutrition*, 7(4):1296-1302. doi: 10.1016/j.aninu.2021.06.007.





PREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO PARA LA INFECCIÓN POR *MYCOBACTERIUM AVIUM* SUBSP *PARATUBERCULOSIS* (MAP) EN TERNEROS DE LECHERÍA EN EL SUR DE CHILE

Prevalence and Risk Factors for *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) Infection in Dairy Calves in Southern Chile

JM Hernández-Agudelo^{1,2} MA Salgado Álfaro¹

¹Laboratorio de Enfermedades Infecciosas, Instituto de Medicina Preventiva Veterinaria,
Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Casilla P.O. Box
567, Valdivia, Chile.

²Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile,
Valdivia, Chile.
jmiguel.hernandez@udea.edu.co

CONSIDERACIONES GENERALES DE LA PARATUBERCULOSIS

La paratuberculosis (PTB), también conocida como enfermedad de Johne, es una enfermedad infecciosa bacteriana de carácter crónico ampliamente distribuida en rumiantes domésticos y silvestres. La enfermedad se caracteriza por generar una enteritis granulomatosa crónica, acompañada de linfangitis y linfadenitis regional, diarrea profusa y pérdida progresiva de peso después de una fase preclínica prolongada que puede extenderse durante meses e incluso años (Clarke, 1997). Conduciendo al sacrificio prematuro o muerte de los animales afectados (Chiodini et al., 1993).

El agente causal de la paratuberculosis es *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) (Windsor, 2015). Bacteriológicamente, esta bacteria patógena, se caracteriza por ser Gram-positiva, intracelular obligada, de crecimiento lento, poseer una pared celular compleja, destacando su grosor y su composición rica en lípidos (Harris & Barletta, 2001), y presentar una actividad metabólica muy baja. Además, esta bacteria tiende a formar agrupaciones o "clusters". A diferencia de otras especies de micobacterias, MAP no puede producir micobactina (Chiodini et al., 1984), un quelante de hierro, el cual es necesario para la replicación bacteriana y se encuentra fácilmente disponible en las células de mamíferos. Esto podría explicar en parte su condición de patógeno intracelular obligado, con los macrófagos como su célula objetivo principal (Lambrecht & Collins, 1993). MAP pertenece al Complejo *Mycobacterium avium* (MAC por sus siglas en inglés). Este grupo abarca diversas micobacterias con importancia en medicina veterinaria y humana debido a su relación con infecciones en animales de producción y pacientes inmunosuprimidos (Turenne & Alexander, 2010).

La infección por MAP se define como la presencia y persistencia de la bacteria en el hospedero durante un período suficiente para desencadenar una respuesta inmune en cualquier momento durante su vida, y una vez establecida, se presume que la infección perdura de por vida (Nielsen & Toft, 2008).

La PTB causa importantes pérdidas económicas a nivel mundial en la industria ganadera. Se ha estimado que las pérdidas económicas alcanzan entre 200 y 250 millones de dólares anuales, llegando a estimarse pérdidas de hasta 27 dólares estadounidenses por vaca/año en sistemas de producción lechera de América del Norte (Ott et al., 1999) y pérdidas hasta por 1.330 dólares canadienses por granja/año en Canadá (McKenna et al., 2006). Recientemente,



se estimó que aproximadamente el 1% de los ingresos brutos por leche, equivalente a 33 dólares estadounidenses por vaca, se pierde anualmente en los rebaños lecheros infectados por MAP. Adicionalmente, el mismo estudio estimó que en Estados Unidos la enfermedad cuesta a la industria láctea 198 millones de dólares estadounidenses al año. Otros países con pérdidas significativas incluyen a Alemania (\$75 millones), Francia (\$56 millones), Nueva Zelanda (\$54 millones) y Canadá (\$17 a \$28 millones) (Rasmussen et al., 2021).

Estas pérdidas se deben principalmente a efectos directos de la infección, como la disminución en la producción de leche y carne, el aumento en la tasa de descarte, reemplazo y muerte de animales, la depreciación del valor comercial de la canal y la infertilidad, entre otros factores (Losinger, 2005; Hasonova & Pavlik, 2006; Barkema et al., 2010). Además, dentro del impacto económico deben considerarse los costos asociados a la prevención y control de la enfermedad (Garvey, 2020). Lo anterior justifica la necesidad de desarrollar herramientas diagnósticas más sensibles y específicas para apoyar programas de control que sean verdaderamente efectivos (Bakker, 2010).

Además del impacto económico derivado del progreso de la infección y aparición de la enfermedad, se plantea que MAP desempeña un papel relevante en la salud pública, ya que puede infectar a los seres humanos. La exposición a la bacteria puede ocurrir a través del contacto directo con animales infectados, el contacto con materia fecal contaminada o el consumo de carne, productos lácteos o agua contaminados (Atreya et al., 2014). Esta suposición se basa en la evidencia consistente de aislamiento de MAP desde biopsias de tejido de pacientes humanos con enfermedad de Crohn, lo que sugiere que esta micobacteria es capaz de colonizar el tejido intestinal humano (Kirkwood et al., 2009; Zarei-Kordshouli et al., 2019). Asimismo, se ha asociado la presencia de MAP con otras enfermedades autoinmunes como el Síndrome de Blau, la Diabetes tipo 1, la Tiroiditis de Hashimoto, la Esclerosis múltiple y la Artritis reumatoide, lo que refuerza su potencial papel zoonótico (Lee et al., 2011; Wynne et al., 2011; Sechi & Dow, 2015; Ekundayo & Okoh, 2020). Sin embargo, no se ha demostrado causalidad por parte de MAP en ninguna de estas enfermedades.

ÁMBITO DEL ESTUDIO

La infección por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) es un problema importante en rebaños bovinos lecheros. A pesar de los esfuerzos en programas de control, no se han reportado erradicaciones exitosas (Barkema et al., 2018). Los programas de control tradicionales se centran en evitar el contacto entre adultos infectados y terneros susceptibles, mediante la eliminación de animales infectados y medidas de bioseguridad (Garry, 2011; Tubercuía-López et al., 2022). Aunque han reducido la prevalencia, no logran eliminar la infección (Grant et al., 2017).

Estudios recientes investigaron la inmunidad y diseminación fecal de MAP en terneros, encontrando discordancia entre pruebas inmunológicas y fecales, aunque sugirieron un mayor riesgo en terneros nacidos de madres infectadas (Antognoli et al., 2007). Otros estudios han evaluado la asociación entre la infección materna y la transmisión a terneros, encontrando un mayor riesgo en terneros de madres seropositivas (Patterson et al., 2020; Nunney et al., 2023). Experimentos también sugieren la transmisión entre terneros y de vaca a ternero en diferentes condiciones (van Roermund et al., 2007; Santema et al., 2012; Mortier et al., 2014; Corbett et al., 2017).

En Chile, la prevalencia de MAP en rebaños lecheros del sur del país varía entre el 44% y el 87%, con una prevalencia individual entre el 3% y el 25% (Kruze et al., 2013; Verdugo et al., 2018). Un estudio reciente evidenció la relación entre la severidad de las lesiones y la



diversidad genética de MAP (Verdugo et al., 2023). Otros estudios destacan cepas de MAP con diferentes niveles de virulencia (Colombatti et al., 2023), y se sugiere que las diferencias en los patrones de infección natural y experimental son significativas (Mitchell et al., 2015). Un enfoque a largo plazo sería esencial para mejorar el control de MAP en condiciones reales.

METODOLOGÍA

Este estudio tuvo como objetivo determinar la prevalencia de la infección por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) en terneros lecheros naturalmente infectados y identificar los factores de manejo ambiental y animal relacionados.

Se realizó un estudio transversal en terneros menores de 60 días en las regiones de Los Ríos y Los Lagos, Chile. Se seleccionaron predios lecheros cercanos a la Universidad Austral de Chile, clasificados según su producción anual de leche, y se muestrearon al 10% de los animales por rebaño. Se calculó un tamaño de muestra de 384 animales, ajustado a 500 debido a la disponibilidad de recursos.

Se tomaron muestras fecales de los terneros y se administraron encuestas a los productores sobre el manejo y bioseguridad en las lecherías. Las muestras se procesaron mediante la técnica de PhMS (separación fagomagnética) y PCR para identificar MAP.

El análisis de datos se basó en una metodología frecuentista para estimar la prevalencia de la infección por MAP en terneros. Además, se utilizó una regresión logística multivariada para identificar los factores de riesgo asociados a la infección por MAP. Todos los análisis fueron realizados utilizando el software R.

RESULTADOS

Los resultados del estudio llevado a cabo en 579 terneros de 40 lecherías distribuidas en 12 comunas de las regiones de Los Ríos y Los Lagos, Chile (figura 1), arrojaron los siguientes hallazgos relevantes:

Distribución de Lecherías y Prevalencia de MAP:

- **Prevalencia de MAP en terneros:** El 6% (35/579) de los terneros resultó positivo a la infección por *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP), con un intervalo de confianza del 95% (IC95%) de 4.3% a 8.3%.
- **Frecuencia de lecherías con resultado positivo:** El 43% (17/39) de los campos presentó al menos un ternero positivo a MAP (IC95%: 28.1 - 60.2%).
- **Frecuencia de muestras ambientales positivas:** El 19.4% (22/113) de las muestras ambientales fue positiva (IC95%: 12.8 - 28.2%).
- **Frecuencia de campos con al menos una muestra ambiental positiva:** El 30.7% (12/39) de los campos mostró al menos una muestra ambiental positiva a MAP (IC95%: 17.5 - 47.7%).

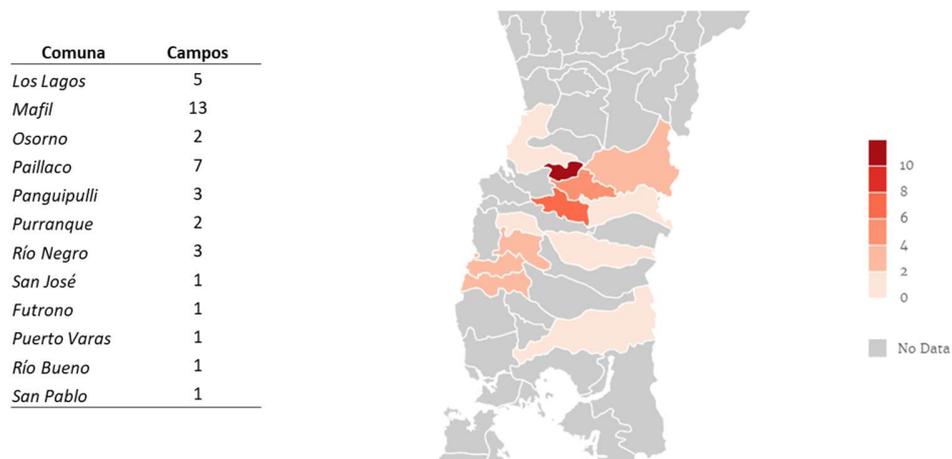


Figura 1. Mapa de distribución de las lecherías muestreadas en el estudio

Encuesta de Características de las Lecherías

En cuanto a las características de las lecherías y manejo (tabla 1), se obtuvieron los siguientes resultados clave:

- El **45% de las lecherías** tenía entre 300 y 999 vacas en lactancia, y el 66.6% producía más de 1,500,000 litros de leche anuales.
- El **46.7% de las lecherías** operaba con un sistema de partos estacional, mientras que el 39.4% utilizaba un sistema bi-estacional.
- El **74.3% de los productores** no compraban animales de otras lecherías, y el 97.5% tenía presencia de animales no bovinos.
- Solo el **8.8% de las lecherías** compartía utensilios o equipos con otras lecherías, mientras que el 79.3% implementaba un sistema regular de limpieza de botas y manos en las instalaciones.
- El **100%** de las lecherías contaba con asistencia veterinaria.
- En cuanto al manejo de los terneros, **el 74% de los terneros** pasaba más de una hora con su madre después del parto, y el **99.1%** era criado en terneras colectivas.
- El **100% de los terneros** fue alimentado con leche de descarte, pero solo el **3%** de las lecherías usaba leche pasteurizada.



Tabla 1. Resultado de la encuesta sobre factores de manejo y bioseguridad en las lecherías del estudio.

Indicador	Categoría	n	%
<i>Vacas en lactancia</i>	0-99	103	18.1
	100-299	91	16.0
	300-999	256	45.0
	>1000	119	20.9
<i>Producción anual de leche</i>	<500,000	113	19.9
	500,000-1,500,000	77	13.5
	>1,500,000	379	66.6
<i>Sistema de partos</i>	Estacional	266	46.7
	Continuo	79	13.9
	Bi-estacional	224	39.4
<i>Compra de animales</i>	Sí	146	25.7
	No	423	74.3
<i>Presencia de animales (no bovinos)</i>	Sí	555	97.5
	No	14	2.5
<i>Comparte utensilios/equipos con otras lecherías</i>	Sí	50	8.8
	No	519	91.2
<i>Limpieza y lavado de botas y manos en las instalaciones</i>	Sí	451	79.3
	No	118	20.7
<i>Asistencia veterinaria</i>	Sí	569	100.0
	No	0	0.0
<i>El ternero realiza otras funciones</i>	Sí	368	64.7
	No	201	35.3
<i>Tiempo que pasa el ternero con la madre</i>	< 1 hrs	148	26.0
	> 1 hrs	421	74.0
<i>Tipo de terneras</i>	Individual	5	0.9
	Colectivo	564	99.1
<i>Tipo de cama en las terneras</i>	Paja	565	99.3
	Arena	0	0.0
	Otro	4	0.7
<i>Fuente del calostro</i>	Madre	275	48.3
	No solo la madre	294	51.7
<i>Alimentación de terneros con leche de descarte</i>	Sí	569	100.0
	No	0	0.0
<i>Tratamiento en la leche de descarte</i>	Pasteurización	17	3.0
	Acidificación	117	20.6
	Otro	10	1.8
	No tratamiento	425	74.7
<i>Tratamiento en la leche de descarte</i>	Sí	144	25.3
	No	425	74.7



Sistema de alimentación de terneros	Automático	88	15.5
	Manual	481	84.5
Frecuencia de lavado de utensilios para alimentación	Después de cada uso	549	96.5
	1/día	20	3.5
	< 1/día	0	0.0
	No limpia	0	0.0
Novillas de reemplazo en la lechería	Sí	377	66.3
	No	192	33.7
Sistema de producción de leche	Pastoreo	11	1.9
	Confinado	451	79.3
	Mixto	107	18.8
Muestra ambiental positiva	Sí	117	20.6
	No	452	79.4

En el análisis estadístico, la presencia de una **muestra ambiental positiva** fue un factor de riesgo significativo para la infección por MAP en terneros, con un **razón de momios (OR)** de 2.71 (IC95%: 1.23 - 5.78), lo que sugiere que la probabilidad de encontrar terneros positivos a MAP es 2.71 veces mayor en lecherías con muestras ambientales contaminadas.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de este estudio indican que es posible detectar la presencia de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) en terneros menores de 60 días. La prevalencia individual de MAP en terneros se estimó entre 4% y 8%, mientras que, a nivel de rebaño, la prevalencia osciló entre 28% y 60%. Además, se observó una presencia significativa de MAP en las muestras ambientales, lo que destaca la importancia del manejo higiénico y la bioseguridad en las lecherías para el control de esta enfermedad.

REFERENCIAS

- ANTOGNOLI, M. C., HIRST, H. L., GARRY, F. B., & SALMAN, M. D. (2007). Immune response to and faecal shedding of *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* in young dairy calves, and the association between test results in the calves and the infection status of their dams. *Zoonoses and Public Health*, 54(3–4), 152–159. <https://doi.org/10.1111/j.1863-2378.2007.01038.x>
- ATREYA, R., BÜLTE, M., GERLACH, G., GOETHE, R., HORNEF, M., KÖHLER, H., MEENS, J., MÖBIUS, P., ROEB, E., WEISS, S. (2014). Facts, myths and hypotheses on the zoonotic nature of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis*. *International Journal of Medical Microbiology*, 304(7), 858–867. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2014.07.006>
- BARKEMA, H. W., HESSELINK, J. W., & MCKENNA, S. L. B. (2010). *Global Prevalence and Economics of Infection with Mycobacterium avium subsp paratuberculosis in Ruminants*. 10–21. http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=17&SID=T1ZAtsW2hNMizWAjTfz&page=1&doc=9
- BARKEMA, H. W., ORSEL, K., NIELSEN, S. S., KOETS, A. P., RUTTEN, V. P. M. G., BANNANTINE, J. P., KEEFE, G. P., KELTON, D. F., WELLS, S. J., WHITTINGTON, R. J., MACKINTOSH, C. G., MANNING, E. J., WEBER, M. F., HEUER, C., FORDE, T. L., RITTER, C., ROCHE, S., CORBETT, C. S., WOLF, R., ... DE BUCK, J. (2018). Knowledge gaps that



- hamper prevention and control of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis infection. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65, 125–148. <https://doi.org/10.1111/TBED.12723>
- CHIODINI, R. J., COFFIN, J., CONDON, C., KUNIMOTO, D., & MCFADDEN, J. J. (1993). Abolish *Mycobacterium paratuberculosis* strain 18 [2]. *Journal of Clinical Microbiology*, 31(7), 1956–1958.
- CLARKE, C. J. (1997). *The Pathology and Pathogenesis of Paratuberculosis in Ruminants and Other Species*. 116(1906), 217–261.
- COLOMBATTI OLIVIERI, M. A., FRESIA, P., GRAÑA, M., CUERDA, M. X., NAGEL, A., ALVARADO PINEDO, F., ROMANO, M. I., CAIMI, K., BERNÁ, L., & SANTANGELO, M. P. (2023). Genomic comparison of two strains of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis with contrasting pathogenic phenotype. *Tuberculosis (Edinburgh, Scotland)*, 138. <https://doi.org/10.1016/J.TUBE.2022.102299>
- CORBETT, C. S., DE BUCK, J., ORSEL, K., & BARKEMA, H. W. (2017). Fecal shedding and tissue infections demonstrate transmission of *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis in group-housed dairy calves. *Veterinary Research*, 48(1). <https://doi.org/10.1186/s13567-017-0431-8>
- EKUNDAYO, T. C., & OKOH, A. I. (2020). Systematic assessment of mycobacterium avium subspecies paratuberculosis infections from 1911–2019: A growth analysis of association with human autoimmune diseases. In *Microorganisms* (Vol. 8, Issue 8, pp. 1–31). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8081212>
- GARRY, F. (2011). Control of Paratuberculosis in Dairy Herds. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 27(3), 599–607. <https://doi.org/10.1016/J.CVFA.2011.07.006>
- GRANT, I. R., FODDAI, A. C. G., TARRANT, J. C., KUNKEL, B., HARTMANN, F. A., MCGUIRK, S., HANSEN, C., TALAAT, A. M., & COLLINS, M. T. (2017). Viable *Mycobacterium avium* ssp. paratuberculosis isolated from calf milk replacer. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9723–9735. <https://doi.org/10.3168/JDS.2017-13154>
- HARRIS N.B, & BARLETTA R. (2001). *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis in Veterinary Medicine. *CLINICAL MICROBIOLOGY REVIEWS*, 14(3), 489–512. <https://doi.org/DOI: 10.1128/CMR.14.3.489-512.2001>
- HASONOVA, L., & PAVLIK, I. (2006). Economic impact of paratuberculosis in dairy cattle herds: a review. *Veterinarni Medicina*, 51(5), 193–211.
- KIRKWOOD, C. D., WAGNER, J., BONIFACE, K., VAUGHAN, J., MICHALSKI, W. P., CATTO-SMITH, A. G., CAMERON, D. J. S., & BISHOP, R. F. (2009). *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis in children with early-onset Crohn's disease. *Inflammatory Bowel Diseases*, 15(11), 1643–1655. <https://doi.org/10.1002/IBD.20967>
- KRUZE, J., MONTI, G., SCHULZE, F., MELLA, A., & LEIVA, S. (2013). Herd-level prevalence of Map infection in dairy herds of southern Chile determined by culture of environmental fecal samples and bulk-tank milk qPCR. *Preventive Veterinary Medicine*, 111(3–4), 319–324. <https://doi.org/10.1016/J.PREVETMED.2013.05.011>
- LAMBRECHT, R. S., & COLLINS, M. T. (1993). Inability to detect mycobactin in *Mycobacteria*-infected tissues suggests an alternative iron acquisition mechanism by *Mycobacteria* in vivo. *Microbial Pathogenesis*, 14(3), 229–238. <https://doi.org/10.1006/MPAT.1993.1022>



- LOSINGER, W. C. (2005). Economic impact of reduced milk production associated with Johne's disease on dairy operations in the USA. *The Journal of Dairy Research*, 72(4), 425–432. <https://doi.org/10.1017/S0022029905001007>
- MCKENNA, S., KEEFE, G., TIWARI, A., VANLEEUEWEN, J., BARKEMA, H. (2006). Johne's disease in Canada part II: disease impacts, risk factors, and control programs for dairy producers. *The Canadian Veterinary Journal. La Revue Vétérinaire Canadienne*, 47(11), 1089–1099. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17147140> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC1624920>
- MORTIER, R. A. R., BARKEMA, H. W., & DE BUCK, J. (2015). Susceptibility to and diagnosis of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis infection in dairy calves: A review. In *Preventive Veterinary Medicine* (Vol. 121, Issues 3–4, pp. 189–198). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.08.011>
- MORTIER, R. A. R., BARKEMA, H. W., NEGRON, M. E., ORSEL, K., WOLF, R., & DE BUCK, J. (2014). Antibody response early after experimental infection with *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97(9), 5558–5565. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8139>
- MORTIER, R. A. R., BARKEMA, H. W., ORSEL, K., WOLF, R., & DE BUCK, J. (2014). Shedding patterns of dairy calves experimentally infected with *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis. *Veterinary Research*, 45(1). <https://doi.org/10.1186/s13567-014-0071-1>
- NIELSEN, S. S., & TOFT, N. (2008). Ante mortem diagnosis of paratuberculosis: A review of accuracies of ELISA, interferon- γ assay and faecal culture techniques. *Veterinary Microbiology*, 129(3–4), 217–235. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.12.011>
- NUNNEY, E., CROTTA, M., VAN WINDEN, S., BOND, K., GREEN, M., & GUITIAN, J. (2023). Unravelling transmission of *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis to dairy calves: results of a lifelong longitudinal study. *Preventive Veterinary Medicine*, 106022. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2023.106022>
- OTT, S. L., WELLS, S. J., & WAGNER, B. A. (1999). Herd-level economic losses associated with Johne's disease on US dairy operations. *Preventive Veterinary Medicine*, 40(3–4), 179–192. [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(99\)00037-9](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(99)00037-9)
- PATTERSON, S., BOND, K., GREEN, M., VAN WINDEN, S., & GUITIAN, J. (2020). *Mycobacterium avium* paratuberculosis infection of calves – The impact of dam infection status. *Preventive Veterinary Medicine*, 181. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.02.009>
- RASMUSSEN, P., BARKEMA, H. W., MASON, S., BEAULIEU, E., & HALL, D. C. (2021). Economic losses due to Johne's disease (paratuberculosis) in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 104(3), 3123–3143. <https://doi.org/10.3168/JDS.2020-19381>
- SANTEMA, W. J., POOT, J., SEGERS, R. P. A. M., VAN DEN HOFF, D. J. P., RUTTEN, V. P. M. G., & KOETS, A. P. (2012). Early infection dynamics after experimental challenge with *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis in calves reveal limited calf-to-calf transmission and no impact of Hsp70 vaccination. *Vaccine*, 30(49), 7032–7039. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2012.09.065>
- SECHI, L. A., & DOW, C. T. (2015). *Mycobacterium avium* ss. paratuberculosis Zoonosis - The Hundred Year War - Beyond Crohn's Disease. *Frontiers in Immunology*, 6(MAR), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2015.00096>



- TUBERQUIA-LÓPEZ, B. C., CORREA-VALENCIA, N. M., HERNÁNDEZ-AGUDELO, M., FERNÁNDEZ-SILVA, J. A., & RAMÍREZ-VÁSQUEZ, N. F. (2022). Paratuberculosis control strategies in dairy cattle: A systematic review. In *Open Veterinary Journal* (Vol. 12, Issue 4, pp. 525–539). Faculty of Veterinary Medicine, University of Tripoli. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2022.v12.i4.16>
- TURENNE, CHRISTINE Y. ALEXANDER, D. C. (2010). Mycobacterium avium Complex. *Paratuberculosis: Organism, Disease, Control*, 60–72. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-06839-3.00252-6>
- VAN ROERMUND, H. J. W., BAKKER, D., WILLEMSSEN, P. T. J., & DE JONG, M. C. M. (2007). Horizontal transmission of Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis in cattle in an experimental setting: Calves can transmit the infection to other calves. *Veterinary Microbiology*, 122(3–4), 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2007.01.016>
- VERDUGO, C., MARQUEZ, D., PAREDES, E., MORONI, M., NAVARRETE-TALLONI, M. J., TOMCKOWIACK, C., & SALGADO, M. (2023). Association between the severity of histopathological lesions and Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis (MAP) molecular diversity in cattle in southern Chile. *Frontiers in Veterinary Science*, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.962241>
- VERDUGO, C., VALDES, M. F., & SALGADO, M. (2018). Within-herd prevalence and clinical incidence distributions of Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis infection on dairy herds in Chile. *Preventive Veterinary Medicine*, 154, 113–118. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.03.022>
- WINDSOR, P. A. (2015). Paratuberculosis in sheep and goats. *Veterinary Microbiology*, 181(1–2), 161–169. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.07.019>
- WYNNE, J. W., BULL, T. J., SEEMANN, T., BULACH, D. M., WAGNER, J., KIRKWOOD, C. D., & MICHALSKI, W. P. (2011). Exploring the zoonotic potential of mycobacterium avium subspecies paratuberculosis through comparative genomics. *PLoS ONE*, 6(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022171>
- ZAREI-KORDSHOULI, F., GERAMIZADEH, B., & KHODAKARAM-TAFTI, A. (2019). Prevalence of Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis IS 900 DNA in biopsy tissues from patients with Crohn's disease: Histopathological and molecular comparison with Johne's disease in Fars province of Iran. *BMC Infectious Diseases*, 19(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12879-018-3619-2>





SIMPOSIO INMUNIDAD EN GANADERÍA

Relatores

Dra. Jeanine Ibáñez, MV. MSc Inmunología clínica, Chile
Dra. Raquel Pereira, BAAn Sc, MSc, PhD, Post Doc, Brasil
Dr. Marcos Muñoz D. MV, PhD. U. de Concepción, Chile

Moderador
Ricardo Merino, MV





FACTORES QUE INCIDEN EN LA INMUNIDAD DE LA VACA LECHERA EN TRANSICION

Factors that affect the immunity of the transición dairy cow

J. Ibáñez

M.V, MSc Inmunología clínica aplicada, jeanineibanezn@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La vaca lechera en transición en cualquier tipo de sistema se encuentra sometida a un constante estrés debido a varios factores, los que inciden directamente sobre el sistema inmunitario. Para poder entender como operan esos factores, es indispensable tener claro qué es la inmunidad, sus componentes y que es lo que necesita para brindar una protección eficiente, y de esta manera poder tomar las decisiones y acciones en uno de los momentos fisiológicos más complejos de la vaca.

CONCEPTOS BÁSICOS DEL SISTEMA INMUNE

El Sistema inmune es aquel que protege al organismo contra agresiones externas, patógenos y elementos tóxicos. Es uno de los sistemas más importantes del cuerpo. Su función es reconocer sustancias o antígenos extraños y reaccionar contra ellos.

La inmunidad es la capacidad del organismo de resistir a un agente infeccioso. Una característica muy importante es que carece de auto reactividad, es decir, reconoce lo propio de lo extraño.

El Sistema Inmune se compone de órganos linfoides, células y proteínas específicas. En los órganos linfoides primarios (timo y médula ósea) se producen y multiplican las células del sistema inmune, las que luego migran a los órganos linfoides secundarios para su maduración. En los órganos linfoides secundarios (nódulos linfáticos, bazo y placas de Peyer) maduran linfocitos T como linfocitos B y es donde se les son presentados los antígenos por las células presentadoras de antígeno, migrando luego al sitio de la infección. Los tejidos linfoides están asociados a las mucosas donde hay presencia de linfocitos en caso de ataque externo. Si bien dentro de estos órganos no está considerado el hígado, éste también actúa como órgano linfoide, ya que un tercio está compuesto por células endoteliales, linfocitos, células de Kupffer (fagocitos fijos en el espacio periportal) y células estrelladas (también fagocitos).

Con respecto a las células del sistema inmune, se encuentran células natural killer (NK), Leucocitos polimorfonucleares (neutrófilos, basófilos, eosinófilos y mastocitos), fagocitos (células dendríticas (CD), Células de Langerhans, monocitos, macrófagos) y linfocitos. Hay distintos tipos de proteínas involucradas, como citoquinas, sistema complemento, inmunoglobulinas, opsoninas, etc. Las células del sistema inmune se generan a partir de células madre en la médula ósea, habiendo dos líneas celulares, el progenitor mieloide, que produce los leucocitos: neutrófilos, eosinófilos, basófilos, mastocitos y fagocitos, y el progenitor linfoide, que produce los linfocitos T, B y NK.

TIPOS DE RESPUESTA INMUNE Y BARRERAS DE DEFENSA

Existen dos tipos de respuesta inmune. La innata o inespecífica y la adquirida o específica. La inmunidad innata tiene las características de generar una respuesta no específica, una respuesta máxima inmediata, no tiene memoria inmunológica y está mediada por células y componentes humorales. La inmunidad adquirida genera una respuesta específica contra patógenos y antígenos, demora en la respuesta desde la exposición a la respuesta máxima, es una inmunidad mediada por células y componentes humorales, adquiere memoria inmunológica y mejora la respuesta a través de futuras exposiciones, además de reconocer una gran cantidad de determinantes antigénicos (10^9 - 10^{11}).



La inmunidad innata se compone de barreras externas primarias, como la piel, mucosas y secreciones que impiden la entrada de patógenos al organismo. Cuando estas barreras son traspasadas por alguna injuria, se activan las barreras secundarias, que son principalmente células natural killer, células fagocíticas, neutrófilos y sistema complemento, generando una respuesta inflamatoria y fiebre. Más del 90% de las infecciones no ingresan al organismo gracias a la respuesta innata. En la inmunidad adquirida participan tanto los linfocitos T y subgrupos (CD4+ y CD8+) encargados de destruir bacterias, células infectadas o cualquier célula del cuerpo que presente alguna anomalía (asociados a complejo mayor de histocompatibilidad MHC I y MHC II); así como linfocitos B, encargados de generar los anticuerpos y la memoria inmunológica para futuras infecciones con el mismo antígeno.

Existen dos tipos de inmunidad: la inmunidad activa, propia del organismo y con memoria inmunológica, generando anticuerpos específicos en presencia de antígenos ya sea por infección natural o infección artificial (vacunación); y la inmunidad pasiva, la cual tiene efecto temporal, el individuo adquiere anticuerpos específicos exógenos (calostro en bovinos, placenta en humanos, o seroterapia).

IMPORTANCIA DE LA NUTRICIÓN SOBRE EL SISTEMA INMUNE

Se deben proveer los nutrientes necesarios para mantener la homeostasis. Estos nutrientes son necesarios para los requerimientos de energía de las células, formación de moléculas como enzimas y proteínas. Vitaminas y minerales participan en procesos metabólicos de las células, replicación y diferenciación celular, recambio de los epitelios y sistema inmunológico. Pueden afectar tanto la respuesta humoral como los componentes humorales como lisozimas y hormonas que regulan la respuesta inmune.

Vitaminas: Participan en el desarrollo y mecanismos de la respuesta inmune. **La vitamina A** mantiene la integridad de los epitelios del tracto respiratorio e intestinal, elaboración de la queratina de la piel y es un factor fundamental en la resistencia a infecciones por hongos; **la vitamina D** participa en el metabolismo del calcio, influye en la activación de los linfocitos y favorece la síntesis de anticuerpos secretorios; **la vitamina E** protege a las células del daño de la oxidación por radicales libres, mejora la respuesta inmune celular y humoral; **la vitamina C** favorece la acción fagocítica de neutrófilos, protege a los leucocitos de los efectos tóxicos de las especies reactivas de oxígeno (ROS), mejora la quimiotaxis de los fagocitos y NK en el foco de la infección, mejora la actividad citotóxica de NK y actividad antimicrobiana, estimula enzimas hepáticas de detoxificación; **la vitamina D** regula la división y crecimiento de células inmunitarias.

Minerales: **El selenio**, interviene en la proliferación de neutrófilos y en la diferenciación de los linfocitos, neutraliza radicales libres y reduce el estrés oxidativo (principal componente de la glutatión peroxidasa), favorece la adhesión y migración de neutrófilos desde el endotelio al sitio de acción; **el zinc** está presente en concentraciones altas en leucocitos, es inmunoregulador y antiviral, interviene en la maduración de las células inmunitarias y es cofactor de enzimas (anhidrasa carbónica, ADN y ARN polimerasa); **el cobalto** está implicado en la proliferación y función de los neutrófilos, disminuye la retención de placenta e infecciones intramamarias, su deficiencia disminuye la capacidad de los linfocitos B de producir anticuerpos y citoquinas (InF, TNF) y es un componente de las proteínas de la sangre y cofactores enzimáticos de respiración celular; **el cobre** está presente en el hígado y está ligado a la síntesis de ceruloplasmina, proteína de fase aguda ante infecciones y estrés, síntesis de superóxido dismutasa (enzima antioxidante); **el hierro**, participa en la producción de citoquinas, potencia la actividad bactericida de los neutrófilos y producción de sustancias



antioxidantes; **el calcio**, no solo es un mineral estructural de huesos y células, sino que es esencial para el sistema inmune, ya que es el segundo mensajero más importante para la activación de células inmunitarias. Si hay deficiencia de calcio, las células inmunitarias no pueden responder adecuadamente. Las células deben tener calcio almacenado listo para su liberación.

INMUNIDAD DE LA VACA LECHERA EN TRANSICIÓN

La vaca en transición se ve afectada por muchos factores estresantes que alteran su función inmunitaria más de lo normal en un periodo ya estresante como es el parto y la lactancia.

Estrés, es cualquier factor que altera la homeostasis. Está regulado por el eje hipotálamo-hipófisis-adrenales, habiendo estrés agudo y crónico. El estrés agudo es aquel que se genera como respuesta normal y necesaria para la protección del individuo. Hay una secreción transitoria de cortisol y catecolaminas, induce respuesta inflamatoria autorregulada, regresando al estado basal en horas. El estrés crónico es una respuesta estímulos estresantes que se mantiene en el tiempo. Se genera inflamación crónica que produce disfunción inmunitaria y compromiso de funciones biológicas, hormonas y metabolismo (efecto psiconeuroinmunoendocrinológico). Cualquier estrés que dure horas a meses genera una exposición crónica a glucocorticoides los cuales inhiben la migración de neutrófilos a los tejidos (mayor propensión a retención de placenta, metritis y enfermedades infecciosas), disminución de fagocitosis de los neutrófilos, desregulación de los mediadores inflamatorios, disminución de la eficiencia de las respuestas adaptativas (fracaso en los programas de vacunación), apoptosis linfocitaria (menor cantidad de LB, LT y NK circulantes).

La vaca gestante mantiene un estado de inmunotolerancia para evitar el rechazo del feto, lo que la hace más susceptible a enfermedades. Días antes del parto esto cambia y se pasa de inmunotolerancia a un estado proinflamatorio. Las señales fetales, y prostaglandinas gatillan este estado para desencadenar el parto, donde participa principalmente la inmunidad innata.

La inflamación es un proceso necesario y esencial en el postparto, con el fin de que los fagocitos puedan fagocitar los detritos, bacterias y remodelar el tejido uterino. Debe durar solo algunos días en animales inmunocompetentes, pero puede durar semanas en animales inmunodeprimidos. Los animales inmunodeprimidos presentan neutrófilos con función alterada, liberación exacerbada de superóxidos, pero sin capacidad de fagocitar, lo que aumenta aún más el estrés oxidativo. El sistema llama a más neutrófilos y fagocitos, los que finalmente llegan en estados inmaduros, siguiendo el ciclo inflamatorio. En el postparto, las células más importantes son los neutrófilos que tienen función de secretar proteasas para degradar la matriz extracelular de la placenta y remodelar el tejido uterino, y los fagocitos que engullen bacterias, células muertas y residuos. Es importante que la vaca preparto tenga una buena condición inmunológica, ya que esto determina la duración de la inflamación postparto, función inmunitaria y susceptibilidad a enfermedades metabólicas e infecciosas (disfunción inmunitaria 2 semanas preparto y 4 semanas postparto). Los animales que llegan al parto en buena condición corporal y buena nutrición tienden a tener un buen estado inmunológico, contrarrestan mejor el estrés oxidativo, son menos propensas a enfermedades, la inmunidad innata funcionará de manera óptima y por ende la recuperación de la vaca será más rápida. Por otro lado, los animales con deficiencias nutricionales tienden a tener más estrés oxidativo, lo que conlleva a enfermedades metabólicas, función deficiente de fagocitos y neutrófilos y agotamiento inmunológico.

Inmunoglobulinas: En las últimas semanas de gestación la glándula mamaria comienza a producir calostro y con ello el traspaso de inmunoglobulinas de la sangre hacia el calostro. La



IgG 1 es traspasada al calostro, mientras que la IgG 2 se mantiene en la madre para la protección de ésta. Factores que inhiben al sistema inmune reducen la producción de IgG natural como inducida a través de las vacunas, generando un calostro deficiente en calidad.

FACTORES QUE INCIDEN EN LA INMUNIDAD DE LA VACA LECHERA EN TRANSICIÓN

1.-Cambios de dieta pre y post parto: Las vacas pasan de una dieta rica en nutrientes durante la lactancia al periodo seco donde se disminuye considerablemente la cantidad y calidad del forraje, luego se cambia a la dieta preparto y consecutivamente, la dieta postparto vuelve a cambiar abruptamente, aumentando los aportes para la producción de leche. Estos cambios pueden generar una disbiosis del sistema digestivo, disminuyendo el grosor del moco intestinal y la barrera del intestino, quedando expuesto a la colonización de patógenos.

2.- Cambios metabólicos y endocrinos: En el post parto las vacas generalmente no son capaces de adaptarse fisiológicamente a los mayores requerimientos de nutrientes para el parto y la lactancia. El estrés presente en este periodo hace que haya una disminución del consumo de alimento, lo que provoca una alteración en el metabolismo de los nutrientes, aumento del estrés oxidativo y consigo respuestas inflamatorias disfuncionales (Triada de la transición). La alteración en el metabolismo de los nutrientes se debe a una disminución en la ingesta de materia seca en torno al parto, esto gatilla el balance energético negativo, ya que las necesidades de energía superan lo que las vacas pueden ingerir y la inmunidad se afecta por el desbalance nutricional y estrés (que aumenta el cortisol). Al estar alterado el metabolismo de los nutrientes, hay un aumento en el estrés oxidativo, aumentando los subproductos de respiración celular (ROS: subespecies reactivas de oxígeno), como superóxidos, peróxidos y radicales hidroxilos. Estos son factores de riesgo para la incidencia y gravedad de mastitis y metritis. De ahí la importancia del aporte de antioxidantes como Se, vit. E, Zn Cu y Mn.

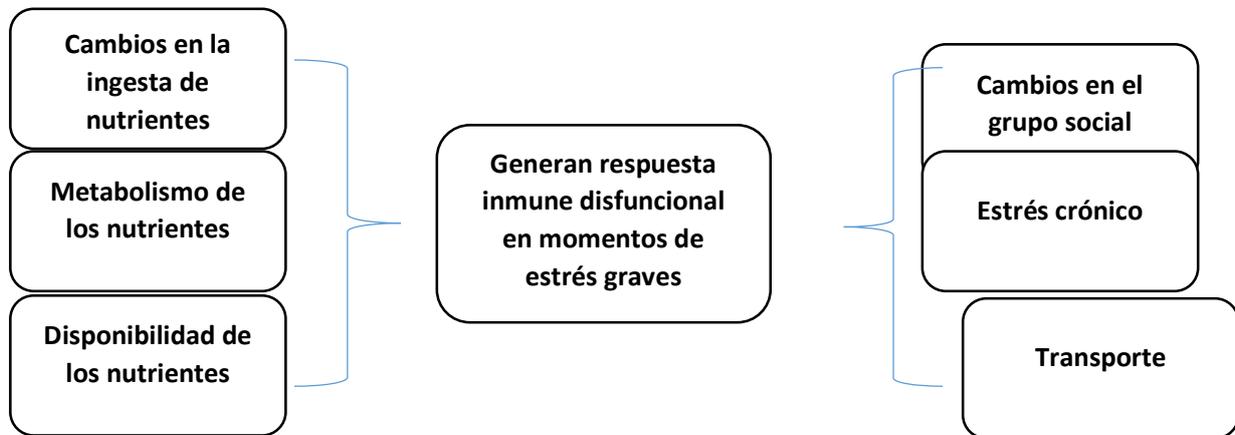
3.- Cambios en el grupo social: El reagrupamiento constante genera efectos críticos como disminución de la ingesta de materia seca, aumento de balance energético negativo, disminución de la producción de leche, disminución de la reproducción y comportamientos agresivos y sumisos. El aumento del cortisol dado este estrés y la disminución de la IMS hace que se afecte la inmunidad.

4.-Temperatura: El calor produce disminución de la ingesta de materia seca, baja ingesta energía. El frío aumenta la tasa metabólica para la generación de calor y disminución de peso. La energía se va a la generación de calor, dejando al sistema inmune, reproducción y producción en segundo plano.

5.- Transporte: El estrés por transporte genera un aumento en los niveles de cortisol que dura varios días provocando disfunción inmunitaria.



Resumen



MANEJO DE LA INMUNIDAD EN LAS VACAS EN TRANSICIÓN

Manejo del ambiente: Intentar controlar los factores que producen estrés para evitar en lo posible la disminución de la ingesta de alimento, mantener un ambiente limpio y tranquilo para el parto.

Nutrición: Aporte adecuado de nutrientes para mantener la funcionalidad de las células inmunitarias; Dietas aniónicas preparto para mejorar la homeostasis del calcio, antioxidantes, vitaminas y minerales.

Vacunación: Vacunar a las vacas desde el secado para disminuir la incidencia de enfermedades y apoyar la inmunidad del ternero. Para que la vacunación sea efectiva la vaca debe tener competencia inmunológica.

Aditivos inmunomoduladores: Existen aditivos nutraceuticos naturales que modulan el sistema inmune: productos en base a algas, betaglucanos y probióticos. Estos alteran microbiota intestinal comensal ayudando a excluir patógenos, mejorar la barrera intestinal, activar los receptores de patrones moleculares asociados a patógenos (PAMS) en células inmunitarias.

Teniendo en cuenta cuales son los factores estresantes, se puede tomar acciones para disminuirlos y de esta forma evitar que las vacas entren en un estado inflamatorio constante que provoque un desbalance de la homeostasis dejando a la vaca susceptible a enfermedades infecciosas y metabólicas. Estos manejos pueden ayudar a mejorar la condición inmunológica de la vaca desde el secado hasta el postparto, mejorando la calidad del calostro y haciendo que la vaca se recupere más rápido después del parto.

REFERENCIAS

- AGUILAR J. 2009. Función inmunológica del hígado desde la perspectiva de la vacunación terapéutica. Departamento de Hepatitis B, División de Vacunas, Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, CIGB. La Habana Cuba. Vol.27, No., 1-9.
- BACH A. 2023. Inmunonutrición y su impacto en la salud, micronutrientes y factores debilitantes. Nutrición hospitalaria. Barcelona, España. 40(N.º Extra 2):3-8.
- CAMPOS C. 2015. El impacto de los micronutrientes en la inmunidad de los animales. Nutrición animal tropical. 9(1):1-23.
- CHASE C. 2022. Inmunidad Bovina, una visión práctica de la inmunología y la vacunología. Hipra. Girona España. 5-85.



- FIGUEREDO Y. 2017. Nivel de inmunoglobulinas, incidencia de mastitis y fertilidad de vacas lecheras hipocuprémicas suplementadas con cobre. Revista la Técnica n°18, La Habana Cuba. 43-48.
- GONZALEZ F. 2007. Haptoglobina en rumiantes: generalidades y posibles aplicaciones clínicas. An. Vet (Murcia) 23:5-17
- GUERRERO J. 2017. Para entender la acción del cortisol en la inflamación aguda: una mirada desde la glándula suprarrenal hasta la célula blanco. Revista médica de Chile. 145: 230-239
- GUTIERREZ PABELLO J.2010.inmunología Veterinaria. Editorial manual moderno. México. 21-128.
- MELENDEZ P. 2017. Avances sobre nutrición y fertilidad en el ganado lechero. Revista mexicana de ciencia pecuaria. México. 8(4): 414.
- ROSA D. 2002. Metabolismo y deficiencia de cobre en bovinos. Centro de Diagnóstico e Investigaciones Veterinarias (CEDIVE), Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata. Analecta veterinaria 22, 1: 7-16



MEJORANDO LA INMUNIDAD DE LA GANADERÍA CON EL USO DE ALGAS MARINAS

R. T. Pereira ^{1*}, M. Garcia-Suárez ¹

¹Olmix SA, Za du Haut du Bois, 56 580 Bréhan, France

*rpereira@olmix.com

Los polisacáridos parietales de algas marinas presentan una complejidad estructural y una composición única que les confieren una alta reactividad y explican sus propiedades biológicas cuando se utilizan en animales. La complejidad y la reactividad biológica de los polisacáridos de algas provienen de la naturaleza de las unidades de azúcar, que son diversas y a veces raras, como el ácido urónico, la xilosa y la ramnosa; la variedad de enlaces glucosídicos que conducen a su estructura ramificada y la presencia de grupos sulfato. Además, su estructura polianiónica y su solubilidad aumentan su reactividad y permiten su reconocimiento por parte de las células del huésped. Los polisacáridos sulfatados son característicos de las macroalgas (no se encuentran en las plantas terrestres, ni en las microalgas de agua dulce ni en las paredes celulares de las levaduras).

Estudios combinados extractos de MSP[®]IMMUNITY de algas verdes y MSP[®]BARRIER de algas rojas han demostrado mejorar la salud y la productividad, así como reducir los retrasos en la reproducción asociados con el estrés por calor. El uso de extractos de algas marinas en granjas españolas que sufrían estrés por calor (media de 33° durante la prueba) durante el periodo seco (60 días antes del parto) resultó en una mejora significativa de los parámetros de salud y producción: reducción de los niveles de haptoglobina en el día 3 después del parto (lo que representa un estado inflamatorio más bajo) y reducción de los recuentos de células somáticas (Figura 1); aumento de producción de leche (+2%, 0,84 kg/vaca/día a los 90 días en leche, p<0,001) y reducción de días en leche en la primera inseminación artificial exitosa en comparación con el grupo control (-17d, p<0,001) (Figura 2). El uso de los extractos de algas generó un ingreso adicional de 52 € por vaca. Las vacas recién paridas durante los periodos de estrés por calor pueden beneficiarse del uso de algas marinas como se observó en una granja lechera comercial de 500 vacas en Wisconsin (EE.UU.) en la que las vacas recién paridas suplementadas mantuvieron su ingesta de alimento y el tiempo de rumia.

También se ha observado una mejora en la calidad del calostro (valores brix >28 en el grupo alimentado con extractos algas marinas en comparación con el grupo control que estaba en valores brix de 22), y una reducción de patologías en el período posparto (-19,4% de ocurrencia de retención de placenta y -47,2% % de aparición de mastitis <60 DEL frente al grupo de control) cuando se administró en el período seco en granjas italianas. Adicionalmente, en otra experiencia en Estados Unidos, el apoyo al estado inmunitario y el refuerzo de la función de barrera intestinal aportados por MSP[®]BARRIER condujeron a una mayor calidad de calostro en el grupo MSP[®]IMMUNITY ya que la proporción de vacas con buena calidad de calostro cambió de 39,3% a 56,6%, mientras que la proporción de vacas con calostro medio o pobre se redujo de 42,8% a 28,3% y de 17,7% a 15,1% respectivamente (Figura 3).

La combinación de extractos de algas marinas verdes y rojas es una solución sostenible que se puede utilizar como una estrategia de alimentación alternativa natural para ayudar a los rebaños lecheros a hacer frente al estrés por calor al reforzar la función de barrera intestinal y modular la respuesta inmunitaria para mantener o mejorar la productividad de vacas y terneros.



Figura 1 y 2. Recuento de células somáticas (*1000/mL) a los 90 días en leche y niveles séricos de haptoglobina (mg/mL) en el periparto (días desde el parto)

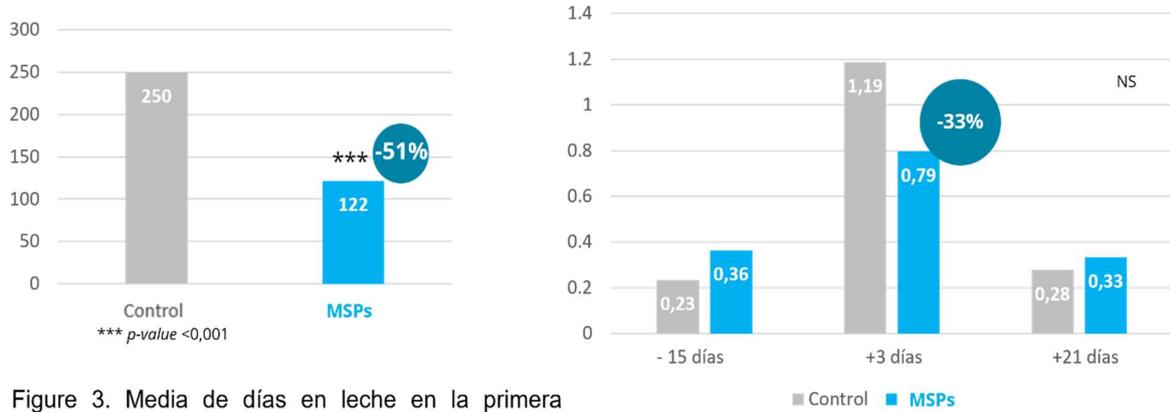


Figure 3. Media de días en leche en la primera inseminación artificial exitosa

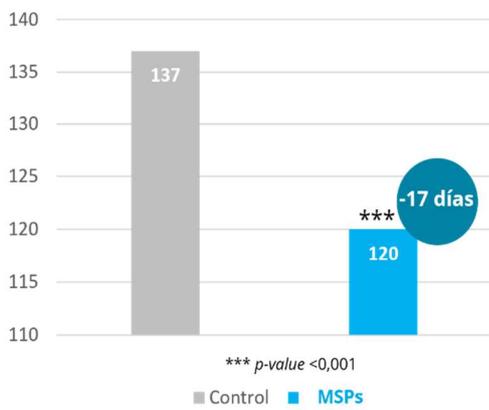
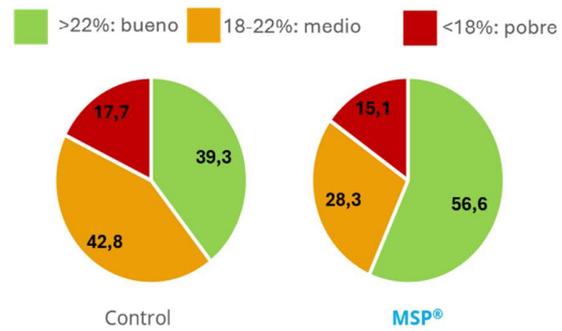


Figura 4. Calidad del calostro (% de vacas en cada categoría de Brix)





AVANCES EN INMUNOLOGÍA DE LA GLÁNDULA MAMARIA: INNOVACIONES EN SALUD Y PRODUCCIÓN EN GANADO LECHERO

Immunology of the bovine mammary gland: Advances in health and milk production in dairy cattle

Marcos Muñoz Domon, MV, PhD.
Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chile.
marcomun@udec.cl

INTRODUCCION

El sistema inmune mamario de la hembra bovina es una pieza fundamental en lo que los epidemiólogos veterinarios denominan “los factores de la vaca” en la popular triada animal-ambiente-agente. Sumado a ello, las infecciones intramamarias junto a sus eventos clínicos (mastitis) son las afecciones que más impacto tienen sobre los sistemas productivos lecheros, su eficiencia, economía, salud y bienestar animal. Es, por tanto, fundamental el conocer la inmunidad de la glándula mamaria y su respuesta cuando su sistema inmune se ve comprometido. Así como también es relevante describir las estrategias para optimizar la respuesta inmune mamaria, en particular en aquellos momentos en que existe un aumento en la susceptibilidad a las infecciones mamarias y mastitis.

GENERALIDADES DEL SISTEMA INMUNE MAMARIO BOVINO

La capacidad de una vaca de resistir una nueva infección intramamaria depende de la eficiencia del sistema inmune de la glándula mamaria. El propósito del sistema inmune mamario no es solamente prevenir una infección bacteriana, sino que también eliminar las infecciones existentes y restaurar la función tisular y secretora. Los componentes del sistema de inmunidad mamario están compuestos de un complejo sistema que involucra tejidos, células que trabajan juntos para defender la glándula de una gran variedad de patógenos causantes de mastitis. Los componentes individuales del sistema inmune mamario pueden ser clasificados en distintas categorías funcionales. Estas categorías incluyen la respuesta inmune innata y respuesta inmune adaptativa o “adquirida”. La respuesta inmune innata incluye un conjunto de mecanismos de resistencia que pueden ser gatillados a segundos o minutos del desafío bacteriano. Por otra parte, la respuesta inmune adaptativa puede tomar hasta varios días en estar completamente activada y ser capaz de generar una respuesta más específica a factores bacterianos seleccionados que causan mastitis. A pesar de lo conveniente que resulte el análisis separado de las complejidades de la respuesta inmune innata y de la respuesta inmune adaptativa. Es necesario aclarar que estos dos sistemas no operan de forma independiente el uno del otro. Para que ambos sistemas proporcionen una protección óptima contra los patógenos causantes de mastitis, es



fundamental necesario que los factores innatos y adaptativos funcionen de manera interactiva y altamente coordinados. Como tal este sistema inmune integrado no solo debe mantener un delicado balance entre la activación de los mecanismos de defensa necesarios para controlar la infección bacteriana durante los estados tempranos de infección, sino también de tener la capacidad de detener y limpiar la activación inmune una vez que la invasión bacteriana ha pasado.

INMUNIDAD INNATA EN LA GLANDULA MAMARIA BOVINA

El sistema y mecanismos innatos de inmunidad constituyen la línea inicial de defensa cuando la glándula mamaria se ve expuesta de manera inicial y por primera vez a patógenos mamarios. Esta respuesta innata se caracteriza por una rápida activación de sus mecanismos, la cual ocurre en segundos luego la exposición bacteriana inicial. Posteriormente, y dependiendo de la eficiencia de los mecanismos innatos de defensa, los patógenos causantes de mastitis pueden ser neutralizados y eliminados antes de que ocurra cualquier cambio anormal en la leche o en el tejido mamario. Sin embargo, a pesar de que la inmunidad innata es una línea de defensa intermedia, el reconocimiento y respuesta a bacterias no son altamente específicos y su inmunidad no es de larga duración. Más aun, los mecanismos inmune innatos no son aumentados por exposición repetida al mismo patógeno causante de infección intramamaria o mastitis. Más aun, los mecanismos de resistencia de inmunidad innata pueden ser ya sea localizados dentro de los tejidos mamarios afectados o rápidamente reclutados desde el flujo sanguíneo venoso al sitio de infección luego de la activación por medio de numerosos estímulos. Los principales constituyentes de la inmunidad innata de la glándula mamaria bovina incluyen la barrera física de la punta del pezón sumado a una gran variedad mecanismos moleculares y celulares que facilitan la protección inicial de la glándula mamaria. (Tabla 1).

INMUNIDAD ADAPTATIVA EN LA GLANDULA MAMARIA BOVINA

En los procesos de invasión e infección de la glándula mamaria bovina, aunque la inmunidad “adaptativa” tome más tiempo que la inmunidad innata en desarrollarse luego de la exposición microbiana, este tipo de inmunidad es crucial, si los patógenos mamarios son capaces de evadir o no son completamente eliminados por el sistema innato de defensa. A diferencia de la naturaleza generalizada de la inmunidad innata, la inmunidad adaptativa es capaz de producir respuesta inmune a factores específicos asociados con patógenos bacterianos. A los cuales se refiere o conoce como “antígenos”. Una característica fascinante del sistema inmune adaptativo es la habilidad de una vaca de reconocer y responder a millones de antígenos únicos que el sistema pudiera encontrar.

Cuando un antígeno es encontrado más de una vez, como consecuencia de la acción de la memoria inmunológica, se gatilla la ocurrencia de un estado aumentado de inmunidad reactiva. Por tanto, la respuesta de memoria es mucho más rápida, considerablemente más fuerte, dura más, y a menudo es más efectiva eliminando los patógenos comparada con la exposición inicial a un antígeno particular.



Mientras la habilidad de las respuestas inmunes adaptativas de ser amplificadas mediante exposiciones repetidas a un patógeno particular proporciona la base de las estrategias de las vacunas de mastitis. También es importante considerar que respuestas inmune específicas inapropiadas no ocurren contra los propios antígenos de la vaca. Por esta razón, el sistema inmune es capaz de distinguir lo propio de lo no-propio, y por tanto solo reacciona selectivamente a los antígenos extraños. La habilidad de reconocer sólo antígenos ajenos, está mediada por proteínas ligadas a membrana genéticamente diversas, llamadas moléculas MHC. Más aun una respuesta inmune específica solo ocurre si los antígenos se combinan con una molécula MHC sobre la superficie de ciertas células, en un proceso conocido como “presentación de antígeno”. Los mayores componentes del sistema inmune innato incluyen moléculas de inmunoglobulinas, macrófagos, células dendríticas, y varias distintas poblaciones de células linfoides que median el reconocimiento de factores patogénicos específicos (Tabla 2).

Tabla 1. Principales mecanismos de defensa innatos de la glándula mamaria bovina*

Factor	Función principal
Punta del pezón	Músculos del esfínter, se contraen para bloquear la penetración bacteriana Keratina, tiene actividades bacteriostáticas y forma una barrera Roseta de Furstenberg, densamente poblada con leucocitos
Receptores para reconocimiento de patrones (PRRs)	Reconocimiento bacteriano y activación de las respuestas inflamatorias Presentes tanto en células inmune como en no-inmunes de la glándula mamaria Interactúan con PAMPs PRRs importantes en la glándula mamaria: TLR-2 y TLR-4
Complemento	Bacteriolítico Facilita la fagocitosis
Lactoferrina	Secuestro de hierro necesario para el crecimiento bacteriano. Almacenada y liberada por neutrófilos en la leche Puede activar la vía clásica del Complemento (C1q)
Citoquinas	Inmunoregulatorias para respuestas inmune innatas Activadas por patrones moleculares asociados a patógenos (PAMPs) y células centinela involucradas en la respuesta temprana a la invasión.
Oxilípidos	Regulación microvascular Orquesta las respuestas proinflamatoria y pre-resolutiva
Células epiteliales	Reconocimiento de patógenos a través de receptores de reconociendo de patógenos (PRRs)
Células endoteliales	Control del flujo de sangre a tejidos afectados



	Regula la migración y activación de leucocitos
Neutrófilos	Fagocitosis y muerte intracelular de bacterias a través de la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), enzimas antibacterianas y defensinas Forma trampa extracelular de neutrófilos (NET)
Macrófagos	Fagocitosis y muerte extracelular de bacterias Producción de citoquinas inmunoregulatorias y oxilípidos Remoción de restos celulares
Células dendríticas	Fagocitosis de bacterias Producción de citoquinas
Células <i>natural killer</i>	Identifican y ayudan a eliminar células infectadas del huésped Secreción de proteínas antibacterianas cuando al activarse

*Fuente: Actualizado de Sordillo L. (2018,) con modificaciones de Muñoz M. (2024).

Tabla 2. Principales mecanismos de defensa adaptativos de la glándula mamaria bovina*

Factor	Función principal
Complejo mayor de histocompatibilidad (MHC)	Distingue moléculas del huésped de moléculas ajenas Presenta y reconoce nuevos antígenos así como aquellos ya conocidos por el sistema inmune
Células dendríticas	Presentación de antígenos Producción de citoquinas
Macrófagos	Presentación de antígenos Producción de citoquinas
$\alpha\beta$ Células T	Células T_H (T_H1 , T_H2 , T_H17 , Treg); producen citoquinas que regulan la respuesta inmune adaptativa. Rol en el cambio de isotipo de inmunoglobulinas Células T citotóxicas (T_c); lisis de células huésped dañadas Produce citoquinas capaces de <i>down</i> -regular las funciones leucocitarias
$\gamma\delta$ Células T	Prevalentes en rumiantes, encontradas en las superficies mucosas Su rol en la glándula mamaria es especulativo
Células B	Células B maduras son células presentadoras de antígeno que se convierten en células de memoria antígeno-específicas.
Ig (anticuerpos)	IgM es la más grande y la primera producida; rol en aglutinación y activación del complemento



IgG1 es selectivamente transportada a la secreción mamaria; mejora la fagocitosis bacteriana a través de la opsonización

IgG2 es transportada a la glándula mamaria a través del influjo de neutrófilos; opsoniza bacterias y mejora la fagocitosis.

IgA es encontrada en las superficies mucosas y tiene una función antiviral

Citoquinas

Inmunoregulatorias para la inmunidad adaptativa

Facilitan la capacidad funcional de los leucocitos

*Fuente: Actualizado de Sordillo L. (2018,) con modificaciones de Muñoz M. (2024).

ROL DEL EPITELIO MAMARIO COMO SENTINELA Y LINEA DE DEFENSA

En vacas libres de infección intramamaria, se requiere gatillar la inflamación e iniciar la llegada de neutrófilos a al tejido mamario para proteger la glándula mamaria de la infección, debido a que las células somáticas de glándula saludables son probablemente insuficientes para gatillar inflamación. La pregunta que cabe hacerse es: ¿Cuáles son las células que aseguran la alerta y la capacidad de responder de la glándula mamaria ante la intrusión o invasión bacteriana? La respuesta subyace en la segunda línea de defensa de la glándula mamaria. Estas son las células del epitelio y células asociadas al epitelio de la glándula mamaria. Más aun, distintos estudios han establecido que las células epiteliales mamarias (MEC) están equipadas para “sensar” la presencia de bacterias y productos bacterianos. Ellos expresan varios de los receptores de reconocimiento de patrones (PRR), los cuales detectan los ligandos bacterianos llamado patrones moleculares asociados a microorganismos. De hecho, las células epiteliales mamarias reaccionan a los patrones moleculares asociados a patógenos/microbianos (PAMPs), que ellos han sentido, al producir distintos reactivos de autodefensa (péptidos antimicrobianos y especies de oxígeno reactivo) y mediadores de la inflamación (citoquinas y quemoquinas).

Además de las células epiteliales, el epitelio mamario que tapiza las cisternas mamarias y los grandes ductos compromete leucocitos cercanamente asociados con el tapiz epitelial. Involucrando células tales como: células dendríticas, macrófagos y linfocitos. Es por tanto muy importante considerar que el epitelio de la glándula mamaria (Figura 1) está equipado para “sensar” las bacterias y gatillar la respuestas inflamatorias. Estos mecanismos de respuestas ocurren tanto en el epitelio glandular alveolar, como en el epitelio a nivel de la cisterna y grandes ductos.

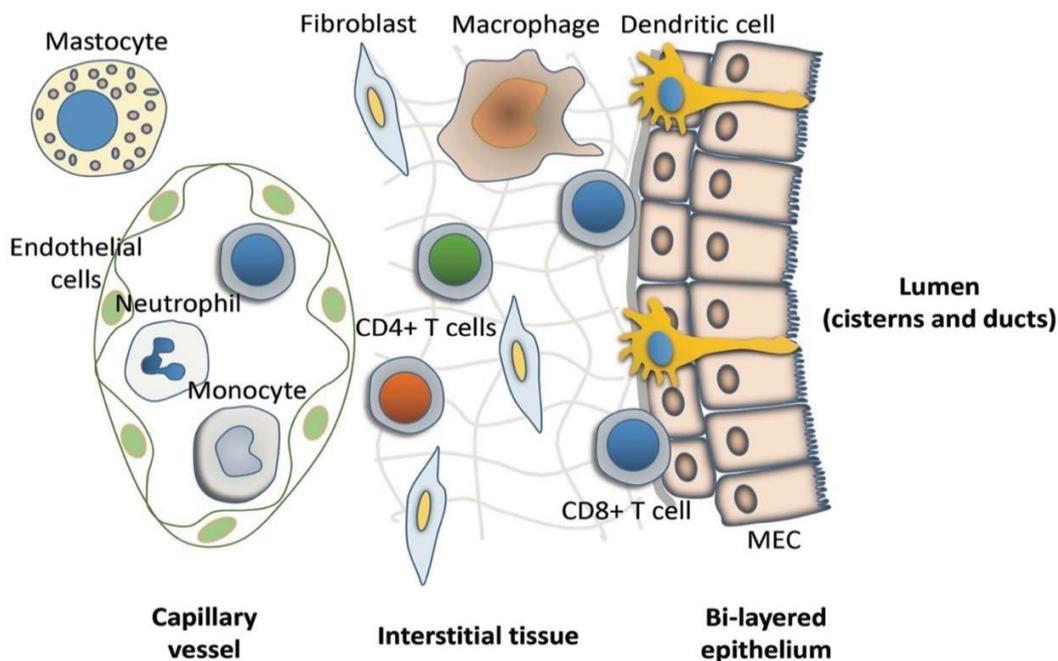


Figura 1. Representación esquemática del epitelio glandular mamario a nivel de la cisterna y grandes ductos. Fuente: Reinard *et al.* (2018)

INMUNIDAD Y GENÉTICA PARA RESISTENCIA A MASTITIS

Hace más de 70 años atrás, al inicio de la década de los 50, se demostró la heredabilidad de la variación en la incidencia de mastitis sugiriendo la posibilidad de la selección genética para mejorar la resistencia a la mastitis. Posteriormente distintos investigadores establecieron una fuerte correlación genética entre mastitis clínica, estatus bacteriológico y recuento celular somático. Estos estudios establecieron la base para los programas de mejoramiento genético con blanco en la salud de la ubre en donde la justificación económica de la inclusión de este tipo de mejoramiento estaba completamente refrendada.

La selección genética puede afectar tanto la inmunidad innata y adaptativa (para lo cual el recuento celular somático es un importante efector y marcador) como los rasgos morfológicos importantes de la glándula mamaria (Figura 2). Por otra parte, inmunidad innata y adaptativa es también determinada por interacciones previas y actuales con el ambiente microbiano. La interacción con éstos determinantes condicionará la resistencia o susceptibilidad a la mastitis. La glándula mamaria responderá consecuentemente a la presión de infección formas más o menos eficientes, según corresponda. El resultado final será un evento de mastitis clínica, mastitis subclínica transitoria o crónica, o no infección en la glándula.

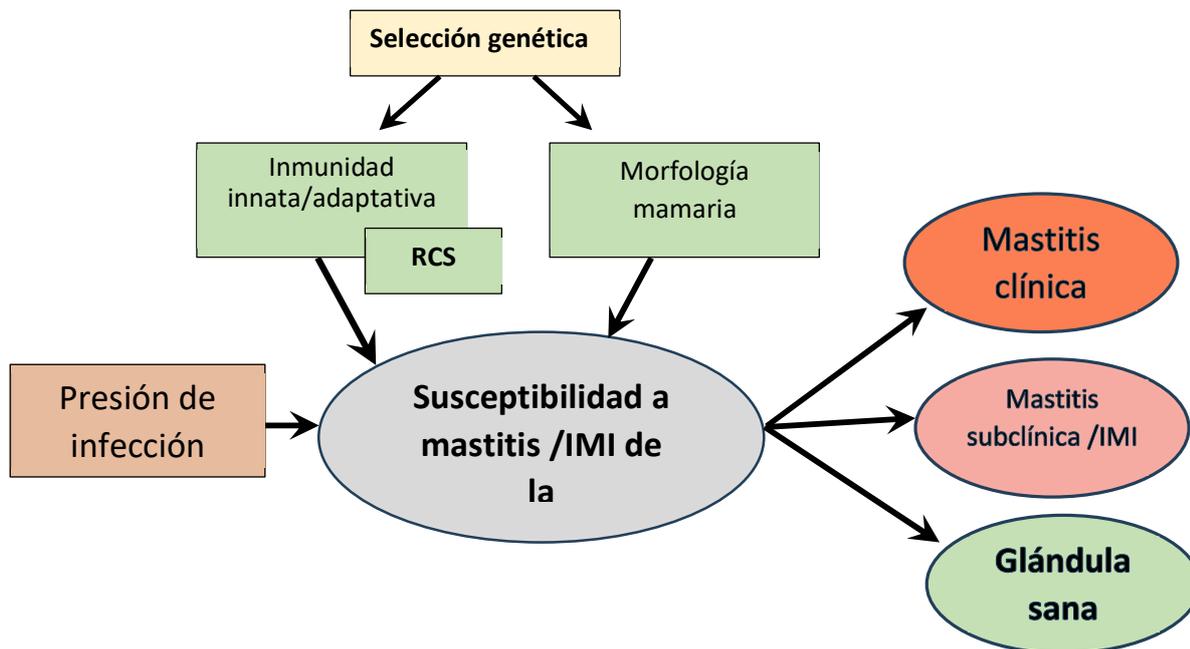


Figura 2. Relación entre los mayores determinantes inmunológicos del estatus de salud de la glándula mamaria bovina. Fuente: Muñoz, 2024 modificado de Rainard et al 2018.

La selección contra mastitis pudiera afectar dos niveles de resistencia: el primero respecto de la morfología de la glándula mamaria y la eficiencia del canal del pezón que produce un efecto de reducción de penetración de bacterias en la glándula mamaria. El segundo es en relación al sistema inmune de la glándula mamaria. El efecto puede ser una mejorada eficiencia de la respuesta inmune y cura bacteriológica o una disminución de la severidad de la enfermedad. Ambos efectos resultantes de una baja incidencia de mastitis clínica. Así una glándula mamaria de bajo Score de Células Somáticas será más fenotípicamente receptiva dado que es ella está no-inflamada comparada con una glándula mamaria de una vaca de altos recuentos celulares somáticos y menos susceptible por la resistencia genética. El efecto neto debería ser en ventaja del RCS bajo en todos escenarios de presión de infección.

REFERENCIAS

- Bassel, L.L., and Caswell, J.L. 2018. Bovine neutrophils in health and disease. *Cell and Tissue Research* 371: 617–637
- Bhattaraia, D., Workua, T., Dada, R., Rehmana, Z.U. Gongb, X., and Zhanga, S. 2018. Mechanism of pattern recognition receptors (PRRs) and host pathogen interplay in bovine mastitis. *Microbial Pathogenesis* 120: 64–70.
- Burvenich, C., Van Merris, V., Mehrzad, J., Diez-Fraile, A., Duchateau, L., 2003. Severity of *E. coli* mastitis is mainly determined by cow factors. *Vet Res* 34, 521–564.



- Burvenich, C. Bannerman, D. D., Lippolis, J. D., Peelman, L., Nonnecke B. J., Kehrli Jr. M. E., and Paape. M. J. 2007. Cumulative physiological events influence the inflammatory response of the bovine udder to *Escherichia coli* infections during the transition period. *J. Dairy Sci.* 90(E. Suppl.): E39–E54.
- Finot, L., Chanut, E., and Dessauge, F. 2019. Mammary Epithelial Cell Lineage Changes During Cow's Life. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* 24: 185–197
- Kerr DE, Plaut K, Bramley AJ, Williamson CM, Lax AJ, Moore K, Wells KD, Wall RJ. *Nat Biotechnol.* 2001. Lysostaphin expression in mammary glands confers protection against staphylococcal infection in transgenic mice. *Nat Biotechnol.* 19:66-70.
- Lush, J.L. 1950. Inheritance of Susceptibility to Mastitis. *J. Dairy Sci.* 33: 121-125
- Rainard, P., Foucras G., Boichard D., and Rupp, R. 2018. Invited review: Low milk somatic cell count and susceptibility to mastitis. *J. Dairy Sci.* 101:6703–6714.
- Rainard, P., Gilbert, F.B., and Germon, P. 2022. Immune defenses of the mammary gland epithelium of dairy ruminants. *Frontiers in Immunology* 10.3389/fimmu.2022.1031785.
- Leitner, L., Pinchasov, Y., Morag, E., Spanier, Y., Jacoby, S., Eliau, D., and Pitcovski, J. 2013. Immunotherapy of mastitis. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 153: 209–216
- Shook GE. Selection for disease resistance. *J Dairy Sci* 1989;72:1349–62.
- Sordillo, L.M., Streicher, K.L., 2002. Mammary gland immunity and mastitis susceptibility. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* 7: 135–146.
- Sordillo, L.M. 2018. Mammary Gland Immunobiology and Resistance to Mastitis. *Vet. Clin. North Am. Vet Clin Food Anim* 34: 507–523.
- Thompson-Crispi, K., Atalla, H., Miglior, F., and Mallard, B.A. 2014. Bovine mastitis: frontiers in immunogenetics. *Frontiers in Immunology.* October. 5: 1-10. 10.3389/fimmu.2014.00493.
- Weigel, K.A. and Shook G.E. 2018. Genetic selection for mastitis resistance. *Vet. Clin. North Am. Vet Clin Food Anim* 34: 457–472.
- Wellnitz, O. and Bruckmaier, R.M. 2012. The innate immune response of the bovine mammary gland to bacterial infection. *The Veterinary Journal* 192: 148–152.



WORKSHOPS

1. Mercado internacional y tipificación de carne bovina. (Simposio satélite Ferosor).

Dr. J. Ferrario, MV. Argentina

2. Eutanasia en rumiantes.

Dr. Richard Arancibia, MV. MSc, Universidad de Chile

3. Nuevos conceptos en los análisis de laboratorio e interpretación de análisis nutricionales.

Dr. Felipe Pino, MV, PhD. Chile.

4. Diagnóstico neumonía en terneros: Ecografía y laboratorio.

En colaboración con MSD y COOPRINSEM





EUTANASIA EN RUMIANTES

Euthanasia in ruminants

R. Arancibia

Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, rarancib@uchile.cl

INTRODUCCIÓN.

Los problemas relacionados con el bienestar animal han dejado de ser invisibles para nuestra Sociedad. En las últimas décadas, los esfuerzos para garantizar un trato humano y respetuoso hacia los animales han captado la atención mundial. Esta preocupación ha dado lugar al crecimiento de la ciencia y la ética del bienestar animal, visible en el desarrollo de programas académicos, creación de instituciones especializadas y la adaptación de los currículos en facultades de veterinaria. Asimismo, se ha impulsado la proliferación de investigaciones científicas en revistas especializadas y el surgimiento de nuevas fuentes de financiamiento dedicadas a estudiar cómo los entornos e intervenciones humanas impactan a los animales.

Este enfoque ha llevado a una creciente atención en el uso y manejo de animales, tanto a nivel nacional como internacional, reflejándose en la creación y modificación de leyes, regulaciones y políticas institucionales que buscan mejorar las condiciones de los animales utilizados en la agricultura, la investigación, la educación, el entretenimiento y animales de compañía. Además, se ha incrementado la preocupación por la conservación de la vida silvestre y el impacto de las acciones humanas sobre los ecosistemas terrestres y acuáticos.

En este contexto, los Médicos Veterinarios desempeñan un papel fundamental como líderes en el cuidado animal, incluyendo la mitigación del dolor y sufrimiento innecesario. Existe bastante literatura al respecto que aborda diferentes aspectos, métodos y procedimientos de Eutanasia en Animales, específicamente en Ruminantes, si Ud. desea ahondar en estos temas puede revisar la información disponible en la Guía para la Eutanasia de Animales de la Asociación Americana de Medicina Veterinaria, que en su última Edición del año 2020, un panel de expertos no solo se esforzó por aplicar la mejor investigación científica disponible, sino que también prácticamente disponible (AMVA, 2020).

Las recomendaciones sobre eutanasia incluyen criterios específicos, métodos apropiados y agentes indicados, y están diseñadas para apoyar el juicio profesional de los veterinarios. Por otro lado, la eutanasia va más allá del momento de la muerte del animal, abarcando prácticas previas como la sedación, anestesia, el manejo adecuado y la disposición ética de los restos animales.

EUTANASIA

La palabra eutanasia, es derivada del griego "eu" (bueno) y "thanatos" (muerte), y se refiere a la muerte intencionada de un animal de manera que minimice o elimine el dolor y la angustia. En este sentido, el término Eutanasia se considera como una "buena muerte", un acto humanitario que pone fin a la vida de un animal en beneficio de su bienestar, especialmente cuando enfrenta enfermedades terminales o sufrimientos insuperables.

La eutanasia en animales es una práctica guiada por principios éticos que buscan garantizar el bienestar y el respeto por la vida de los animales, asegurando que, cuando la muerte sea inevitable, sea lo más compasiva y libre de sufrimiento posible, implica dos principios fundamentales: (1) la disposición humanitaria para inducir la muerte de forma ética y centrada en el bienestar del animal, y (2) la aplicación de métodos que aseguren una muerte rápida y sin dolor. Estos principios son interdependientes y reflejan el compromiso del Médico Veterinario con la responsabilidad moral hacia los animales bajo su cuidado (AMVA, 2020).

Los médicos veterinarios, al tomar decisiones sobre la eutanasia, utilizan índices de bienestar que incluyen el buen funcionamiento físico del animal, su bienestar emocional y su capacidad



para llevar a cabo comportamientos naturales. Si el equilibrio de la vida del animal está dominado por estados negativos, se considera humano ofrecer una muerte digna y compasiva mediante la eutanasia, para aliviar su sufrimiento y garantizar su bienestar.

Estos criterios medibles que evalúan el bienestar animal en explotaciones productivas de ganado de carne y ganado de leche incluyen: **Comportamiento, Tasas de morbilidad de enfermedades, Tasas de mortalidad de enfermedades, Cambios de peso y condición corporal, Eficiencia reproductiva, Aspectos físicos, Respuestas a la manipulación y Complicaciones por procedimientos rutinarios.**

Si bien es cierto que los criterios de bienestar animal son medibles, estos en la mayoría son perfectamente mejorables bajo ciertas condiciones, ya que están sujetos a diversos factores que influyen en la salud, comportamiento y calidad de vida de los animales, a través de mejoras en infraestructura, capacitación del personal, manejo cuidadoso de la salud, uso de tecnología, mejoras en la alimentación y manejo reproductivo. Estos cambios también pueden incrementar la productividad y sostenibilidad del sistema.

El principal objetivo al realizar una eutanasia es aliviar el sufrimiento innecesario proporcionando una muerte sin dolor. Esto se da en el contexto de enfermedades terminales o donde la calidad de vida se ve comprometida. Las principales razones para realizar una eutanasia humanitaria pueden incluir (OMSA, 2024):

- 1.- Emaciación severa, gran debilidad o riesgo de no poder levantarse.
- 2.- Ganado incapaz de desplazarse, que no se pueda levantar, no quiera comer o beber, o que no haya respondido adecuadamente a la terapia.
- 3.- Rápido deterioro del estado de salud sin mejora con la terapia.
- 4.- Dolores graves y debilitantes.
- 5.- Lesión en la médula espinal.
- 6.- Fractura expuesta.
- 7.- Enfermedad del sistema nervioso central.
- 8.- Infecciones articulares múltiples con pérdida de peso crónica.
- 9.- Terneros prematuros con pocas probabilidades de sobrevivir o con anomalías congénitas debilitantes o indeseables.
- 10.- Medidas que forman parte de la respuesta ante situaciones de desastre.

En todos los casos, la decisión de someter debe basarse en criterios médicos, científicos y éticos, con el bienestar animal como prioridad.

AGENTES EUTANÁSICOS Y MÉTODOS DE EUTANASIA (AMVA, 2020).

El método de eutanasia utilizado en rumiantes incluye métodos farmacológicos y/o físicos los que deben ser rápidos y causar el mínimo dolor y estrés posible. La elección del método depende de varios factores, como el tamaño del animal, la disponibilidad de recursos y las condiciones del entorno.

Los agentes de eutanasia causan la muerte por 3 mecanismos básicos: (1) depresión directa de neuronas necesarias para la función vital, (2) hipoxia y (3) interrupción física de la actividad cerebral. Este proceso debe minimizar o eliminar el dolor, la ansiedad y la angustia antes de la pérdida de la conciencia. Dado que la pérdida de la conciencia como resultado de estos mecanismos puede ocurrir a diferentes velocidades, la idoneidad de un agente o método particular dependerá de si un animal experimenta angustia antes de la pérdida de la conciencia.

El agente eutanásico ideal se ajustará a diversos criterios (Booth y McDONALD, 1991):

- 1.- No provocará ansiedad indebida, ni alarma, temor, lucha, gritos, espasmos musculares, ni otros síntomas clínicos de activación autonómica. Además, el procedimiento de sujeción no provocará estas reacciones.



- 2.- Será indoloro, o tan indoloro como sea posible bajo las circunstancias del momento.
- 3.- Actuará con rapidez (provocando inconciencia y muerte de forma instantánea o en pocos minutos).
- 4.- Será fiable (causará la muerte cada vez que se utilice correctamente).
- 5.- No será peligroso para el personal entrenado que lo aplica.
- 6.- Será sencillo para ser usado por personal entrenado.
- 7.- No estará considerado como una de las drogas de que abusa el hombre, en tal caso estará sometido a un riguroso control según las normas estatales.
- 8.- Su empleo es estéticamente aceptable. La aceptabilidad dependerá de quienes observen su aplicación.
- 9.- Será compatible con todas las razones y fines que se persiguen al someter a eutanasia al animal o a los animales (será de uso práctico).
- 10.- Será económico.
- 11.- No creará problemas sanitarios ni contaminación ambiental.
- 12.- No provocará cambios tisulares que puedan complicar la necropsia. Los residuos en los tejidos no interferirán las posteriores pruebas de laboratorio para detectar venenos o productos metabólicos. No dejará residuos tisulares en animales destinados a consumo humano.

EVALUACIÓN DE LOS MÉTODOS DE EUTANASIA.

En la evaluación de los métodos de eutanasia, se consideran los siguientes criterios (AMVA, 2020):

- 1.- capacidad para inducir la pérdida de conciencia y la muerte con un mínimo de dolor y angustia;
- 2.- tiempo requerido para inducir la pérdida de conciencia;
- 3.- fiabilidad;
- 4.- seguridad del personal;
- 5.- irreversibilidad;
- 6.- compatibilidad con el uso y propósito animal previstos;
- 7.- efecto emocional documentado en observadores u operadores;
- 8.- compatibilidad con la evaluación, examen o uso posterior del tejido;
- 9.- disponibilidad de medicamentos y potencial de abuso humano;
- 10.- compatibilidad con especie, edad y estado de salud;
- 11.- capacidad para mantener el equipo en condiciones de funcionamiento adecuadas;
- 12.- seguridad para depredadores o carroñeros en caso de que los restos del animal sean consumidos;
- 13.- requisitos legales;
- 14.- impactos ambientales del método o disposición de los restos del animal.

Los métodos de eutanasia se clasifican como aceptables, aceptables con condiciones y no aceptables. Los métodos aceptables son aquellos que producen consistentemente una muerte humanitaria cuando se utilizan como único medio de eutanasia. Los métodos aceptables con condiciones son técnicas que pueden requerir ciertas condiciones para producir consistentemente una muerte humanitaria, pueden tener un mayor potencial de error del operador o riesgo de seguridad, no están bien documentados en la literatura científica o pueden requerir un método secundario para garantizar la muerte. Los métodos aceptables con condiciones son equivalentes a los métodos aceptables cuando se cumplen todos los criterios para la aplicación de un método. Las técnicas no aceptables son aquellas que se consideran inhumanas en cualquier condición.



Según los criterios anteriores se deduce que no existe un agente eutanásico que sea ideal y la selección del método de eutanasia más apropiado en cualquier situación dependerá de la especie y el número de animales involucrados, los medios disponibles de restricción animal, la habilidad del personal y otras consideraciones.

MÉTODOS DE EUTANASIA EN BOVINOS (Shearer, 2018; AMVA, 2020)

1. MÉTODOS ACEPTABLES

Barbitúricos y derivados del ácido barbitúrico: Los barbitúricos actúan rápidamente e inducen una transición suave de la conciencia a la inconsciencia y la muerte. El costo es un impedimento para el uso de barbitúricos en la eutanasia de un gran número de animales.

Las desventajas del uso de barbitúricos son que su administración requiere una restricción adecuada del animal, personal entrenado y un estricto control sobre la droga con contabilidad de la cantidad utilizada, y menos opciones para la eliminación de los restos del animal debido a posibles residuos.

2.- MÉTODOS ACEPTABLES CON CONDICIONES

Métodos físicos

En situaciones de emergencia, como la eutanasia de un bovino que no está restringido o puede ser difícil de sujetar la administración de un sedante podría ser deseable. En tales casos, se puede administrar un agente bloqueador neuromuscular (por ejemplo, succinilcolina) al bovino por vía intramuscular, pero el bovino debe ser sacrificado mediante un método apropiado tan pronto como pueda ser controlado. La succinilcolina sola o sin suficiente anestésico no es aceptable para la eutanasia.

Disparo de arma de fuego: La muerte es causada por la destrucción del tejido cerebral y el grado de daño cerebral infligido por la bala depende del arma de fuego, tipo de bala (o cartucho para escopetas) y precisión del objetivo.

Pistolas: Las pistolas son armas de fuego de cañón corto que pueden dispararse con una mano. Para la eutanasia, el uso de pistolas se limita a disparos a corta distancia (dentro de 1 a 2 pies o 30 a 60 cm) del objetivo previsto.

Rifles: Un rifle es un arma de fuego de cañón largo que generalmente se dispara desde el hombro. A diferencia del cañón de una escopeta, que tiene un ánima lisa para cartuchos de perdigones, los cañones de pistolas y rifles contienen una serie de surcos helicoidales (llamados estrías) que hacen que la bala gire a medida que viaja por el cañón. Las estrías proporcionan estabilidad a la bala y mejoran la precisión.

Escopetas: Las escopetas cargadas con perdigones para aves (plomo o acero) o proyectiles sólidos (proyectiles de plomo sólido diseñados específicamente para escopetas) son apropiadas desde una distancia de 1 a 2 m. A corta distancia, se asegura la penetración del cráneo con una destrucción masiva del tejido cerebral debido a la dispersión de perdigones para aves en el cerebro, lo que resulta en la pérdida inmediata de la conciencia y una muerte rápida.

PCB o NPCB (perno cautivo penetrante o perno cautivo no penetrante) Dispositivo de vástago cautivo: Se recomienda el uso de pernos cautivos penetrantes para la eutanasia de bovinos maduros en situaciones de campo. El uso de NPCB debe limitarse a los terneros. En bovinos grandes, el NPCB es menos efectivo que el PCB. Los estilos incluyen versiones en línea (cilíndricas) y de empuñadura de pistola (parecidas a una pistola).



Los dispositivos de perno cautivo neumáticas (accionadas por aire) están limitadas para su uso en entornos de plantas de sacrificio. Los modelos que utilizan cargas de pólvora se utilizan con mayor frecuencia en entornos agrícolas. Consisten en un perno y un pistón de acero en un extremo, alojados dentro de un cañón. Al disparar, la rápida expansión del gas dentro de la recámara y el cañón impulsa hacia adelante el pistón, impulsando el perno a través del cilindro. Una serie de amortiguadores se ubican estratégicamente dentro del cañón para disipar el exceso de energía del perno. Dependiendo del modelo, el perno puede retractarse manual o automáticamente. La precisión en la ubicación sobre el sitio anatómico ideal, la energía (es decir, la velocidad del perno) y la profundidad de penetración del perno determinan la eficacia del dispositivo para causar la pérdida de conciencia y la muerte.

En general, las pistolas de perno cautivo ya sean penetrantes o no penetrantes, inducen una pérdida inmediata de la conciencia, pero la muerte no siempre está asegurada con el uso de este dispositivo solo. Por eso en la actualidad, se recomienda un método adyuvante como la exsanguinación, la punción cerebral (pithing) o la inyección intravenosa de una solución saturada de cloruro de potasio para garantizar la muerte cuando se utiliza un perno cautivo penetrante. Ha surgido una versión más nueva de perno cautivo en los últimos años. Este dispositivo está equipado con un perno extendido con longitud y potencia de cartucho suficientes para aumentar el daño al cerebro, incluido el tronco encefálico. Este dispositivo se está estudiando en la actualidad y puede ofrecer una opción de eutanasia con el perno cautivo que no requiere la necesidad de un método adyuvante.

A diferencia de las técnicas descritas para el disparo, el animal debe estar sujeto para una colocación precisa del perno cautivo. Y, a diferencia del uso de un arma de fuego, el uso adecuado del perno cautivo requiere que la boca del dispositivo se sostenga firmemente contra la cabeza del animal. Una vez que el animal está sujeto, la descarga del perno cautivo debe ocurrir con poco o ningún retraso para minimizar el malestar del animal. Los métodos adyuvantes deben implementarse tan pronto como el animal quede inconsciente para evitar un posible retorno a la sensibilidad. Por lo tanto, al llevar a cabo la eutanasia mediante el perno cautivo, una planificación y preparación previas mejoran la probabilidad de un resultado exitoso.

Los indicadores visuales de que un animal ha quedado inconsciente por perno cautivo o disparo incluyen: colapso inmediato; espasmos tónicos breves seguidos de movimientos descoordinados de las extremidades traseras; cese inmediato y sostenido de la respiración rítmica; falta de intentos coordinados de levantarse; ausencia de vocalización; apariencia vidriosa u opaca en los ojos; y ausencia de reflejos oculares. El control del sistema nervioso del reflejo parpadeo o corneal se encuentra en el tronco encefálico; por lo tanto, la presencia de un reflejo corneal sugiere en gran medida que un animal aún está consciente.

Puntos anatómicos para el uso del perno cautivo y el disparo: En el ganado, el punto de entrada del proyectil debe estar en la intersección de 2 líneas imaginarias, cada una trazada desde la esquina externa del ojo hasta el centro de la base del cuerno opuesto, o en una posición equivalente en animales sin cuernos. En ganado de cara larga o ganado joven, se puede utilizar un punto en la línea media de la cara que esté a medio camino entre la parte superior de la cabeza y una línea imaginaria que conecta las esquinas externas de los ojos.

Métodos complementarios o secundarios

Cloruro de potasio y sulfato de magnesio: La administración rápida de soluciones saturadas de sal a través del corazón interrumpe la conductividad eléctrica en el músculo cardíaco, lo que resulta en fibrilación y fallo cardíaco. Los animales deben estar inconscientes antes de la administración de cloruro de potasio o sulfato de magnesio. Aunque no es aceptable como único método de eutanasia, la inyección rápida de cloruro de potasio por vía intravenosa puede ayudar a garantizar la muerte después de que el ganado ha quedado inconsciente por medio



de un PCB, disparo o administración de anestésicos generales (los agentes $\alpha 2$ -adrenérgicos como la xilazina por sí solos son insuficientes. Normalmente, la inyección de 120 a 250 mL de una solución saturada de cloruro de potasio es suficiente para causar la muerte; sin embargo, la solución de cloruro de potasio debe administrarse hasta que la muerte esté asegurada. Al realizar la eutanasia de bovinos que pueden requerir la administración posterior de cloruro de potasio, el operador debe preparar al menos 3 o 4 jeringas de 60 mL de solución (equipadas con agujas de calibre 14 o 16) con antelación. Esto facilitará la administración rápida y garantizará que el animal no recupere la conciencia. Se puede usar cualquier vena disponible; sin embargo, es importante posicionarse fuera del alcance de las extremidades y pezuñas que pueden causar lesiones durante períodos de movimiento involuntario. En la mayoría de los casos, es más seguro arrodillarse cerca de la espalda del animal y cerca de la cabeza del animal, donde se puede llegar sobre el cuello para administrar la inyección en la vena yugular. Una vez que la aguja esté en la vena, la inyección debe realizarse rápidamente.

El sulfato de magnesio se puede administrar de manera similar al cloruro de potasio. Solución saturada de $MgSO_4$. Una dosis propuesta programada de: 83% de solución de $MgSO_4$ disuelta en agua hirviendo. La muerte puede no ocurrir tan rápidamente, pero al igual que con la administración de cloruro de potasio, los riesgos de residuos para depredadores y carroñeros son bajos (ver Agentes no inhalados).

T-61: es una mezcla inyectable, no barbitúrica y no narcótica de embutramida, mebozonio (yoduro de mebenzonio) y clorhidrato de tetracaína. La embutramida induce narcosis y depresión respiratoria, mientras que el mebozonio causa parálisis muscular no despolarizante. Se ha expresado preocupación de que el efecto paralizante del mebozonio ocurra antes de la inconsciencia inducida por embutramida, lo que crea un potencial de angustia animal antes de la pérdida de conciencia, como se manifiesta por actividad muscular y/o vocalización durante la inyección. Sin embargo, estudios electrofisiológicos en perros y conejos han demostrado que la pérdida de conciencia y la pérdida de la actividad motora ocurren simultáneamente después de la inyección de T61. Debido a estas preocupaciones, T61 ha sido retirado voluntariamente del mercado por el fabricante y ya no se fabrica ni está comercialmente disponible en los Estados Unidos, aunque está disponible en Canadá y otros países. T61 debe administrarse solo IV y solo en animales inconscientes o anestesiados. Deben tener precauciones específicas la persona que administre el medicamento veterinario a los animales, es un medicamento muy tóxico pudiendo llegar a provocar la muerte en humanos.

Lidocaína intratecal: Recientemente, se ha introducido un método de eutanasia que ha sido estudiado en caballos, y que consiste en la administración intratecal de lidocaína después de una anestesia completa. La lidocaína es un anestésico local común que actúa bloqueando los canales de sodio, además de otras acciones, y está ampliamente disponible en solución estéril al 2%. La lidocaína se ha utilizado ampliamente tanto en medicina humana como animal como bloqueo espinal que causa anestesia directa de los nervios locales. El mecanismo probable de muerte en el caso de la lidocaína intratecal está relacionado con la ubicación y la alta dosis de lidocaína, lo que resulta en una anestesia directa de las estructuras cerebro-corticales y del tronco encefálico vitales, y la pérdida secundaria de la función respiratoria y cardiovascular (Aleman *et al*, 2016).

Con el paciente bajo anestesia, el animal se coloca lateralmente y la cabeza y el cuello se flexionan para facilitar el acceso al espacio atlantooccipital. Se utiliza una aguja espinal y se avanza perpendicularmente hasta que se pueda aspirar el líquido cefalorraquídeo. Después de esto, se administra rápidamente la dosis completa de lidocaína. En la investigación en caballos y pequeños rumiantes, la dosis de lidocaína ha sido de 4-5 mg/kg utilizando una solución al 2% de lidocaína (Aleman 2016, Zolhavarieh 2011).



En un pequeño estudio realizado en cadáveres de terneros utilizando tinte, el investigador demostró la penetración en las estructuras anatómicas responsables de la conciencia (Rousseau 2019). En estudios fisiológicos, los investigadores observaron una pérdida inmediata de la respiración seguida de una pérdida de la actividad eléctrica en el tronco encefálico y, finalmente, una disminución de la frecuencia cardíaca que conducía a un paro cardíaco. El tiempo hasta el paro cardíaco varió entre las especies, pero tardó hasta 15 minutos. (Aleman 2016, Zolhavarieh 2011, Rosseau 2019). En un estudio que examinaba los residuos en caballos, demostraron residuos tanto de los agentes anestésicos (xilazina, midazolam y ketamina) como de la lidocaína en niveles bajos que estarían por debajo de la dosis esperada para afectar a los carroñeros (Aleman 2016). Sin embargo, se recomienda seguir una disposición adecuada de la carcasa.

El clorhidrato de lidocaína es un anestésico local que actúa sobre los canales de iones de los nervios, bloqueando el movimiento de sodio hacia la célula y resultando en la falla de la conducción nerviosa debido a la incapacidad para generar potenciales de acción. Una alteración adicional en la transmisión nerviosa ocurre debido a la inhibición inducida por la lidocaína de los receptores acoplados a proteínas G y los receptores de N-metil-D-aspartato. Los anestésicos locales ocasionalmente se han incorporado en soluciones de eutanasia basadas en barbitúricos IV o embutramida, principalmente por sus efectos cardiodepresores. La lidocaína deja residuos tisulares relativamente bajos y no se espera que represente riesgos para animales carroñeros que puedan alimentarse del cadáver, pero se debe considerar el riesgo para los animales carroñeros debido a los residuos de drogas anestésicas.

La respiración refleja (agonal) ocurre ocasionalmente después de la pérdida de actividad eléctrica cerebral.

Existe la posibilidad de exposición del personal a enfermedades encefalíticas (por ejemplo, rabia) a partir del líquido cefalorraquídeo extraído de animales con enfermedad desconocida.

Métodos físicos

Segundo disparo: Aunque un proyectil bien colocado o disparo de un perno cautivo generalmente resulta en una pérdida inmediata de la conciencia con poca probabilidad de retorno a la conciencia, siempre se debe estar preparado para realizar un segundo o incluso un tercer disparo si es necesario. La lesión adicional al tejido cerebral, junto con un aumento en la hemorragia y edema, crea una presión intracraneal sustancial. La compresión resultante de este aumento de presión interrumpe los centros en el cerebro que controlan las funciones respiratorias y cardíacas, lo que lleva a la muerte

Exanguinación: La exanguinación puede realizarse como una medida adyuvante para garantizar la muerte cuando es necesario en un animal inconsciente. La exanguinación se realiza generalmente mediante una incisión en la parte ventral de la garganta o el cuello, que atraviesa la piel, el músculo, la tráquea, el esófago, las arterias carótidas, las venas y una multitud de nervios sensoriales y motores, así como otros vasos sanguíneos. Este procedimiento no se recomienda como único método de eutanasia; más bien, se reserva para su uso como un método adyuvante para garantizar la muerte, ya que la información en la literatura es inconsistente en cuanto al tiempo transcurrido entre el corte del cuello y la pérdida de conciencia.

La incertidumbre sobre el tiempo desde la incisión en el cuello hasta la pérdida de conciencia plantea preguntas evidentes, plantea que la sangría solo se utilice en animales inconscientes como un método complementario para asegurar la muerte. La sangría puede resultar perturbadora de observar debido al gran volumen de pérdida de sangre; esto también plantea preocupaciones de bioseguridad. Cuando solo se cortan las arterias carótidas y las venas yugulares, el sangrado puede persistir a tasas variables durante varios minutos. Cortar estos



vasos más cerca del orificio torácico donde los vasos son más grandes aumentará la tasa de flujo sanguíneo.

Pithing (Descabello): La pithing es una técnica diseñada para causar la muerte aumentando la destrucción del tejido cerebral y de la médula espinal. Se realiza insertando una varilla de pithing (descabello) a través del sitio de entrada producido en el cráneo por una bala o PCB. El operador manipula la herramienta de pithing para destruir el tejido del tronco cerebral y la médula espinal para asegurar la muerte. La actividad muscular durante el proceso de pithing a menudo es bastante violenta, pero va seguida de quietud que facilita la sangría u otros procedimientos.

3.- MÉTODOS NO ACEPTABLES

Los siguientes métodos no son aceptables para la eutanasia de bovinos y pequeños rumiantes: trauma contundente aplicado manualmente en la cabeza; inyección de agentes químicos en animales conscientes (por ejemplo, desinfectantes, electrolitos como cloruro de potasio y sulfato de magnesio, agentes farmacéuticos no anestésicos); administración de xilazina o cualquier otro agonista de receptores adrenérgicos α_2 seguido de cloruro de potasio o sulfato de magnesio IV (aunque grandes dosis de agonistas de receptores adrenérgicos α_2 pueden producir un estado que se asemeja a la anestesia general, se reconocen como poco confiables para ese propósito); ahogamiento o embolia gaseosa (es decir, inyección de aire en la vasculatura); y electrocución con 120 V, ahogamiento y exanguinación en animales conscientes.

CONCLUSIÓN

La eutanasia en rumiantes es una herramienta ética y profesional esencial en la práctica veterinaria y el manejo de animales de producción. Su aplicación debe guiarse por principios de bienestar animal, asegurando que el sufrimiento sea minimizado en todo momento. Los métodos empleados deben ser rápidos y eficaces, y los médicos veterinarios deben estar capacitados para tomar decisiones informadas en colaboración con los productores y cuidadores. En definitiva, la eutanasia es una responsabilidad que requiere sensibilidad, profesionalismo y un enfoque ético, con el bienestar del animal siempre como prioridad.

ANEXOS

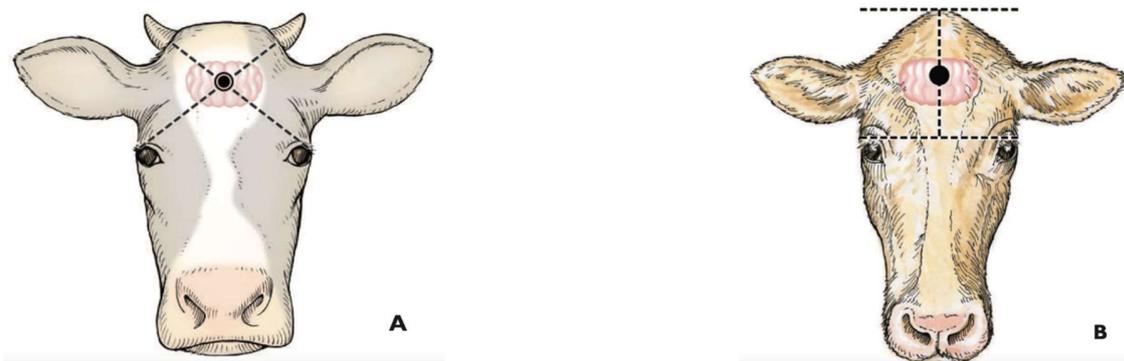


FIGURA 1: Sitio anatómico para disparo o colocación de perno cautivo y trayectoria deseada del proyectil en el ganado. El punto de entrada del proyectil debe estar en la intersección de dos líneas imaginarias, cada una trazada desde la esquina exterior del ojo hasta el centro de



la base del cuerno opuesto (A). Alternativamente, en el ganado de cara alargada o en ganado joven (B), se puede utilizar un punto en la línea media de la cara que esté a medio camino entre la parte superior del occipucio y una línea imaginaria que conecta las esquinas exteriores de los ojos (Directrices de la AVMA para el Sacrificio Humano de Animales: Edición de 2016).

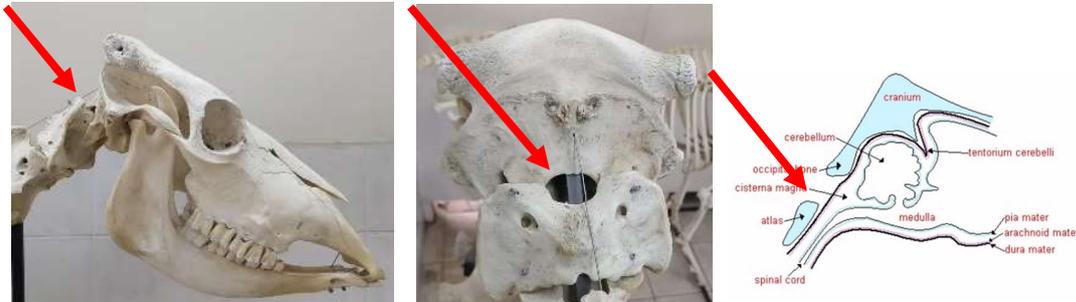


FIGURA 2: Cráneo de un bovino: Ubicación de articulación atlanto occipital y cisterna magna, para aplicación de Lidocaína intratecal solo en Animales anestesiados o inconcientes.

REFERENCIAS

- ALEMAN, M., DAVIS, E., KNYCH, H., GUEDES, A., SMITH, F. AND MADIGAN, J.E. (2016), Drug Residues after Intravenous Anesthesia and Intrathecal Lidocaine Hydrochloride Euthanasia in Horses. *J Vet Intern Med*, 30: 1322-1326.
- AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION (AVMA) (2020). Guidelines for the euthanasia of animals.
- BOOTH, N. H., & MCDONALD, L. E. (1991). *Farmacología y terapéutica veterinaria*.
- ROUSSEAU, M., TREMBLAY-ST-JEAN, G., DENICOURT, M., & NDIAYE, K. (2019, September). Euthanasia by intrathecal injection of lidocaine in calves: cadaveric and pilot studies. In *American Association of Bovine Practitioners Conference Proceedings* (pp. 398-398).
- SHEARER, J. K. 2018. "Euthanasia of Cattle: Practical Considerations and Application" *Animals* 8, no. 4: 57. <https://doi.org/10.3390/ani8040057>
- ZOLHAVARIEH, S. M., NOURIAN, A. R., & SADEGHI-NASAB, A. (2011). A new method for on-farm euthanasia with animal welfare considerations. *Iranian Journal of Veterinary Surgery*, 6(1-2), 55-64.





ÍNDICE DE AUTORES

A

Abreu, A. C. A. 29
Acosta, J. 37
Aichele, J. 21
Aristizabal, B. 23, 39
Avello, V. 37
Azócar-Aedo, L. 1, 3, 5

C

Cabezas, I. 37
Cajueiro, J. F. P. 29
Canales, N. 17, 21, 23, 31, 33
Carrillo, D. 17
Castro, M. 11
Chihuailaf, R. 7, 27
Cornuy, C. 13

F

Ferrario, J. 45
Fredes, F. 51, 55
Fregolon, G. S. 29
Frankenberg, D. 15
Fryderup, N. 7
Fry, M. 7, 27

H

Hidalgo, J.M. 75
Hernández-Agudelo J. 33, 35
Hugues, F. 37

L

Leyan, V. 39
Loebel, P. 5

N

Naegel, C. 35
Navarro, G. 19
Navarro, M. 11
Núñez, M. 17

B

Barrientos, P. 11
Bórquez, D. 31
Buczinski, S. 29

D

Días M. 25
Díaz, C. 15

G

Gädicke, P. 37
Gallegos, V. 19
García, E. 31
Gomes, V. 25, 29
Goodard, M. 23, 31
Gutiérrez, N. 37

I

Ibáñez, J. 87
Inzunza, F. 19

M

Manríquez, V. 37
Mathieu-Benson, C. 37
Mella, A. 13, 17, 21, 23, 31, 33
Montecino, R. 37
Morales, C. 23
Moreira, M. 3
Muñoz, M. 95
Muñoz, P. 9, 11

P

Padilha, L.M. 25
Paredes, E. 23, 39
Pareja, C. 7
Pavez-Muñoz, E. 7, 19, 27, 41
Peña, R. 59
Penati, M. 31, 35,
Peralta, O.A. 15



R

Ríos, C. 7, 27
Rodríguez, A. 5
Rodríguez, J. 13
Romero-Aguilera, P. 41
Ruiz-Salazar, A. 7, 27

T

Tejeda, C. 33, 35
Toledo, J. R. 37, 39

V

Vásquez, M. 13
Vásquez, M. 13
Velásquez, A. 65

Pereira, R. 93

Poveda, N. 11

S

Salgado, M. 9, 33, 35

Sanchez, O, 37

San Martín, J. 21

Santarosa, P. 25

Sepúlveda-Varas, P. 7, 27, 41

Silva, N.

Soto, P. 9, 11

Soto, J. 33

Steuer, P. 33, 35

U

Ulloa, F. 9, 31, 33, 35

Uribe, M 1