



Sociedad Chilena de Buiatría A.G.

ANALES

XII CONGRESO CHILENO DE BUIATRÍA

Osorno, Chile, 19 al 21 de Noviembre de 2015

ANALES DEL XII CONGRESO CHILENO DE BUIATRÍA

Editores: F. Lanuza, J. Cárdenas, E. Paredes, J. Borkert

Impresión:

Novodiseño

Fono: 64 2 254656

www.novodiseno.cl

ISBN: 978-956-9411-01-4



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.

SOCIEDAD CHILENA DE BUIATRÍA

DIRECTIVA

Presidente	:	Pablo Köpfer
Vicepresidente	:	Luis Poo
Secretario	:	Francisco Lanuza
Tesorero	:	Rolf Junge
Directores	:	Patricio Rosas Enrique Paredes José Borkert José Cárdenas Marcos Muñoz

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente	:	Pablo Köpfer
Vicepresidente	:	Luis Poo
Secretario	:	Francisco Lanuza
Tesorero	:	Rolf Junge
Directores	:	Patricio Rosas Enrique Paredes José Borkert José Cárdenas

COMITÉ CIENTÍFICO

Francisco Lanuza, Presidente
Enrique Paredes
José Borkert

COMITÉ CIENTÍFICO AMPLIADO

Ricardo Chihuailaf, UCT
María A. Contreras, UST
Paula Gäedicke, UDEC
Luis P. Hervé, UCHILE
Claudia Letelier, UACH
Mónica Pradenas, UACH

PATROCINADORES



AUSPICIADORES



ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESÚMENES DE TRABAJO MODALIDAD PÓSTERS

Comparación de dos sistemas de manejo en terneros de lechería en los primeros días de la crianza artificial	1
Efecto del fraccionamiento de la suplementación con ensilaje de maíz y de pradera sobre indicadores sanguíneos energéticos de vacas lecheras en pastoreo otoñal.....	3
Efecto de la suplementación fraccionada sobre parámetros de producción en vacas lecheras a pastoreo otoñal.....	5
Absceso de pezuña en ovejas cojas, comparando la temperatura de miembros sanos y lesionados por medio de termografía infrarroja.....	7
Grados de cojera ovina en comparación con tres vistas de termografía infrarroja del pie.....	9
Evaluación de distintas dosis de sales de aluminio silicato sobre la disminución y prevención de diarrea en terneros en lechería.....	11
Determinación de porcentajes y causas más frecuentes de eliminación de vacas en lecherías en la Provincia de Biobío.....	13
Efecto de los problemas reproductivos en la eliminación de vacas lecheras en tres rebaños en el sur de Chile.....	15
Evaluación de los riesgos asociados a la profesión médico veterinaria en animales mayores en Los Ángeles	17
Hipocalcemia subclínica y su relación con la salud postparto en vacas lecheras a pastoreo	19
Efecto de un programa de asesoría en salud mamaria sobre el recuento de células somáticas en un rebaño lechero	21
Eficiencia en el uso de agua en lecherías de Osorno.....	23
Evolución de parámetros productivos de lecherías en la zona de osorno de la agricultura familiar campesina bajo un sistema de grupos de transferencia de tecnología (GTT).....	25
Eficiencia en el uso de agua en lecherías de Llanquihue.....	27
Clasificación de ballicas según su resistencia al corte.....	29
Análisis de la presencia de DNA libre en fluido sinovial de vaquillas con polisinovitis neutrofilica aséptica	31
Actinomicosis en bovino: descripción de un caso.....	33
Resistencia antihelmíntica de fasciola hepática a triclabendazol en bovinos de la Provincia de Ñuble, Región del Biobío, Chile	35
Modificaciones farmacocinéticas y en la distribución tisular de florfenicol durante la respuesta inflamatoria inducida por el lipopolisacárido de <i>Escherichia coli</i> , en ovinos.....	37
Schwannoma cardiaco en vaca: descripción de un caso.....	39
Ensayo de campo para determinar la eficacia de una nueva vacuna anti <i>Staphylococcus aureus</i> (masti vac®) para el control de mastitis bovina.....	41
Fiebre catarral maligna en un bovino: descripción clínico-patológica e identificación molecular del primer caso en Chile	43
Comparación de la producción de leche de oveja entre un rebaño de carne tradicional y un rebaño con especialización lechera en la Región de los Ríos de Chile.....	45
Hallazgos de resistencia a antimicrobianos en aislados de terneros entre los años 2002 a 2015 en la zona sur de Chile.....	47
Estudio histopatológico, inmunohistoquímico y molecular sobre neosporosis en fetos bovinos analizados en la Universidad Austral de Chile durante los años 2013-2015.....	49
Estudio histopatológico, inmunohistoquímico y molecular sobre agentes involucrados en el síndrome de aborto bovino en fetos bovinos no abortados provenientes de una planta faenadora.....	51
Cinética de la respuesta inmune inducida por un prototipo de vacuna anticlostridial microencapsulada en bovinos	53

CONFERENCIAS I

Importancia de las enfermedades producidas por bacterias del género clostridium en el rebaño lechero	59
Estado de avance en el control de las enfermedades clostridiales en bovinos	71

SIMPOSIO DE REPRODUCCIÓN

Evaluación de sistemas electrónicos para detección de estro en ganado bovino lechero	77
Observando el comportamiento bovino para lograr una reproducción eficiente	87
Avances en nutrición y fertilidad en ganado lechero en confinamiento y a pastoreo	97

SIMPOSIO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD DE ALIMENTOS

Nuevos enfoques para la suplementación de vacas lecheras a pastoreo primaveral	117
Caracterización y comparación de la calidad de leche proveniente de tres sistemas productivos de la Región de los Ríos.....	129
Aspectos genéticos que modulan los componentes saludables de la leche bovina	143

SIMPOSIO MASTITIS

Environmental mastitis and its relationship with prepartum first month period and lactation	159
Mastitis en el periparto.....	169
<i>Staphylococcus aureus</i> irrumpe en nuevas fases de la lactancia bovina. ¿A quien tiene en la mira?.....	177

CONFERENCIAS II

Cómo lograr una buena locomoción en vacas lecheras a pastoreo	197
La Ley de Protección Animal (N° 20.380) y los reglamentos	209
El desafío de los sistemas de ordeña automática en base a pastoreo y conceptos de salud	215

ÍNDICE DE AUTORES	227
--------------------------------	-----



RESÚMENES DE TRABAJOS MODALIDAD PÓSTERS





COMPARACIÓN DE DOS SISTEMAS DE MANEJO EN TERNEROS DE LECHERÍA EN LOS PRIMEROS DÍAS DE LA CRIANZA ARTIFICIAL

Comparison of two management systems in dairy calves in early days of artificial breeding

T. Barra¹, M. Nahum¹

¹Facultad de Recursos Naturales y Ciencias Silvoagropecuarias, Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología, Santiago, Chile. E-mail: tito.barra.h@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La crianza artificial de terneros tiene como propósito fundamental, acelerar el proceso de transformación del sistema digestivo de monocavitario a policavitario, permitiendo aprovechar alimentos más groseros y de menor costo (Rodríguez y Maiztegui, 1996). La tendencia actual es la de separar los terneros de las madres inmediatamente después del parto. La hipótesis fue que la tasa de morbilidad sería menor y la ganancia de peso mayor en el grupo de terneros calostrados por sus madres.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 42 terneros (24 machos y 18 hembras) de raza Holstein Friesian, correspondientes al total de los partos de otoño de una lechería de la zona central de Chile. Un grupo(21) fueron separados de la madre inmediatamente después del parto (grupo A) y otro grupo(21) fueron separados el 3er. día de vida(grupo B), momento en que la leche comenzó a comercializarse. Los terneros fueron identificados al parto, pesados y examinados clínica y semanalmente hasta el día 45 para evaluar GDP e identificar las patologías presentes en este período (para esto último se evaluó FC, FR, T°C, presencia de mucosidad nasal y aspecto de heces). En las cunas los terneros fueron alimentados con 3 litros de leche diarios + pellet iniciador (Kimberfort 1[®]). A los 14 días fueron pasados a corrales colectivos, con leche *ad-libitum* ofrecida en bebederos compartidos hasta el día 45 y pellet hasta alcanzar consumos de 1 kg por animal. Esta lechería no utilizaba sustituto lácteo en las dietas de los terneros. Para el análisis de los resultados de GDP se realizó una prueba t de Student utilizando el programa GraphPad Prism[®] 5.0 (2007). Para comparar las tasas de morbilidad se utilizó un test X^2 corregido de Yates utilizando el programa OpenEpi[®] versión 3.03a (2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados (Tabla 1) no muestran diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre grupos en lo referente a GDP. Los pesos promedios alcanzados en cada grupo (días 15, 30 y 45) nunca alcanzaron la meta para la raza Holstein Friesian (54 kg, 65 kg y 76 kg respectivamente) según Heinrichs y Lammers (1998) y Gasque (2008). La GDP entre el nacimiento y los 6 meses no debería ser inferior a los 442 gr/día según Gasque (2008), valores que sólo alcanzó un ternero por grupo. Esta evidente “subnutrición” de los animales ocasionará un primer parto más tardío, un mayor costo de alimentación y una entrada más tardía a la vida productiva



(Zanton y Heinrichs, 2006; Gasque, 2008). En este plantel (promedio 20 L/vaca/día con 2 ordeños diarios) la nutrición es deficitaria en todas las categorías por lo que no se logran la GDP ni la producción láctea posible para la raza. Con respecto al manejo de los terneros, estos son separados de la madre lo antes posible después del parto. Sin embargo el crecimiento compensatorio, mejorando cualitativa y cuantitativamente la dieta, podría permitir que los terneros se recuperen y sean capaces de llegar a los 14-15 meses con el peso adecuado de encaste (Heinrichs y Lammers, 1998).

Tabla 1: Peso vivo (Kg), GDP (gr/día) y Tasa de morbilidad (%) según grupo para todo el período experimental

	Nº	Peso día 0	Peso 15 días	Peso 30 días	Peso día 45 días	Ganancia de peso/día	Tasa Morbilidad
Grupo A	21	42.33 ± 0.9767	41.76 ± 2.244	45.62 ± 2.421	52.71 ± 2.850	267.3 ± 18.90	33,3
Grupo B	21	43.90 ± 0.7955	42.14 ± 2.247	45.86 ± 2.451	52.33 ± 2.926	254.7 ± 21.32	23,8
valor p		0,2195	0,9051	0,9452	0,9262	0,6602	0,1167

Valores expresados como media ± error estándar de la media

En lo referente a la tasa de morbilidad, esta fue un 10% mayor (33,3% vs 23,8%) en el grupo separado de la madre inmediatamente luego del parto, siendo las neumonías (2 casos en el Grupo A, ninguno en el Grupo B) y diarreas (5 casos en cada grupo) las dos patologías que se presentaron en dicho periodo. La diferencia entre ambas tasas utilizando el test X^2 (corregido de Yates) tampoco fue significativa ($p > 0.05$). Haber encontrado más casos de diarrea entre las patologías presentes en este estudio concuerda con Dirksen *et al* (2005) quienes citan la diarrea neonatal como la enfermedad más prevalente en la crianza de terneros.

CONCLUSIONES

El amamantamiento directo del ternero recién nacido con la vaca permite lograr una tendencia menor morbilidad en neumonías, igual en diarreas, y no significó una mayor ganancia de peso vivo hasta los 45 días de edad.

REFERENCIAS

- Dirksen G, Grunder H, Stober M. 2005. Enfermedades de los Intestinos. En: Medicina Interna y Cirugía del Bovino. Cuarta Ed. Ed. Inter-Médica. B. Aires, Argentina. Pp. 510-521.
- Gasque R. 2008. Crianza de becerras, las etapas de la crianza. En: Enciclopedia bovina. Primera ed. UNAM, Fac. Med. Vet. y Zoot. México DF, México. Pp 47 - 65, 190 - 191.
- Heinrichs J, Lammers B. 1998. Monitoring dairy heifer growth. College of Agricultural Sciences, Penn State University. Pennsylvania, USA. Pp 1-16.
- Rodríguez R, Maiztegui J. 1996. El ternero recién nacido. Crianza artificial de terneros. Vol. N° 1. Centro de publicaciones Univ. Nac. del Litoral, Santa Fe. Argentina. Pp. 10 - 54.
- Zanton G, Heinrichs J. 2006. Is there a best growth rate for heifers? In: Hoard's Dairyman. 151:82. W.D. Hoard & Sons Company. USA.



EFFECTO DEL FRACCIONAMIENTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON ENSILAJE DE MAÍZ Y DE PRADERA SOBRE INDICADORES SANGUÍNEOS ENERGÉTICOS DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO OTOÑAL

Effect of fractional supplementation with corn silage and grass silage in blood energy indicators of dairy cows in autumn grazing

L.Carmona¹, R.Pulido², F. Wittwer³, O.Balocchi⁴, I.Trejo¹, A.Burgos¹, I.Beltran¹,
A.Muller³

¹ Escuela de Graduados Facultad de Cs. Veterinarias, ² Instituto de Ciencia Animal, ³ Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, ⁴ Instituto de Producción Animal, UACH.
l.carmonaflores@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Durante el otoño, la baja calidad nutritiva de la pradera hace necesario la utilización de alimento suplementario para poder satisfacer las demandas de MS y energía de los animales, siendo el ensilaje de maíz (ME) y el de pradera (EP) los principales forrajes utilizados en la alimentación de las vacas lecheras. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del tiempo y fraccionamiento de la entrega del ensilaje de maíz o de pradera sobre la respuesta metabólica sanguínea de vacas lecheras en pastoreo otoñal. Nuestra hipótesis es que la entrega del ME en la tarde y el EP en la mañana genera una mejor respuesta en los indicadores energéticos sanguíneos en vacas lecheras a pastoreo otoñal.

MATERIAL Y MÉTODO

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Austral, de la Universidad Austral de Chile (UACH), durante Mayo a Junio del 2015. Se utilizaron 36 vacas Holstein Friesian de parto de otoño, con una producción de 22,9±4,7 kg/día leche, 60,2±22,1 días de lactancia y un promedio de 521±69,5 kg de peso vivo. Se las distribuyó aleatoriamente en tres grupos que recibieron los siguientes tratamientos: T1 (MEM): 3 kg MS de ME en la mañana y 3 kg MS de EP en la tarde; T2 (MEP): 1,5 kg MS de ME y 1,5 kg MS de EP tanto en la mañana como en la tarde; T3 (MEV): 3 kg MS de ME en la tarde y 3 kg MS de EP en la mañana. Se obtuvieron muestras de sangre para suero y plasma NaF por punción de la vena caudal los días 15, 30 y 45 del experimento y se determinaron por espectrofotometría (Metrolab[®]) las concentraciones sanguíneas de BHO-butirato (Randox[®]), ácidos grasos no esterificados (NEFA) (Randox[®]), colesterol (Human[®]) y glucosa (Human[®]). Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva ($X \pm EE$) y análisis de varianza (ANOVA) de dos vías, usando el programa estadístico R Core Team[®] (2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos afectaron ($p \leq 0,01$) solamente las concentraciones sanguínea de BOH-Butirato (tabla 1). El tratamiento MEP presentó concentraciones plasmáticas de BOH-butirato (0,57 mmol/L) significativamente menores que el tratamiento MEM (0,77 mmol/L), pero no hubo diferencias con el tratamiento MEV (0,73 mmol/L).



Bajas concentraciones de colesterol y altas concentraciones sanguíneas de NEFA y BOH-butirato están relacionadas con escasas de energía y movilización grasa. El tratamiento MEP fue el que obtuvo los menores valores numéricos sanguíneos de BOH-butirato, NEFA (246 $\mu\text{mol/L}$) y glucosa (3,45 mmol/L), a pesar de que en los dos últimos no hubo diferencia estadística en comparación a los otros tratamientos. Se observó variaciones significativas de las concentraciones de NEFA a lo largo de las semanas de los tratamientos con un aumento entre la semana 1 y la semana 2, debido a la movilización grasa de los animales que se encontraba en lactancia temprana para luego, conforme entraron a lactancia media, comenzar a disminuir en la semana 3.

Tabla 1. Valores medios y error estándar de las variables sanguíneas de BOH-butirato, NEFA, colesterol y glucosa de vacas lecheras suplementadas con ensilaje de maíz matutino (MEM), vespertino (MEV) y matutino-vespertino (MEP) junto con ensilaje de pradera entregado según el fraccionamiento del ME, y la significancia de los efectos tratamiento (TTO) y semana (SEM).

	MEM	MEP	MEV	General		TTO	SEM
	Media	Media	Media	Media	EE	Valor p	
BOH-Butirato (mmol/L)	0,77 ^a	0,57 ^b	0,73	0,69	0,22	<0,01*	0,239
NEFA ($\mu\text{mol/L}$)	256	246	254	251	124	0,765	<0,01 *
Colesterol (mmol/L)	4,80	4,69	4,28	4,59	0,89	0,101	0,462
Glucosa (mmol/L)	3,53	3,45	3,53	3,51	0,48	0,403	<0,01*

* Se considera significativo valores de $p \leq 0,01$.

**Letras distintas en la misma fila indica diferencia significativa.

CONCLUSIONES

La entrega de ensilaje de maíz durante la mañana y la tarde, acompañada por ensilaje de pradera a los mismos horarios (MEP), fue la dieta que presentó una mejor respuesta en el balance energético metabólico de vacas lecheras a pastoreo otoñal.

REFERENCIAS

- Pulido R, Muñoz R, Jara C, Balocchi O, Smulders J, Wittwer F, Orellana P, O'Donovan M. *Livestock Science*. 2010. 132, 119–125.
- Weber C, Hametner C, Tuchscherer A, Losand B, Kanitz E, Otten W, Sauerwein H, Bruckmaier RM, Becker F, Kanitz W, Hammon HM. *Journal of Dairy Science*. 2013. 96, 5670-5681.
- Wittwer F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: González F, Barcellos J, Ospina H, Ribiero L (Eds.). *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 2000. Pp 9–22.



EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN FRACCIONADA SOBRE PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN EN VACAS LECHERAS A PASTOREO OTOÑAL

Effect of timing of supplementation on production parameters of grazing dairy cows in autumn

A. Burgos^{1, 4}, I. Beltrán¹, L. Carmona¹, O. Balocchi², F. Wittwer³, A. Muller³, R. Pulido¹

¹Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Independencia 641, Valdivia

²Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Independencia 641, Valdivia

³Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias,
4 Universidad Austral de Chile, Independencia 641, Valdivia
anitarafaela1986@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La pieza clave del sistema productivo lechero es la alimentación de la vaca lactante. Pero en otoño, el consumo de nutrientes desde la pradera está limitado, debido al bajo contenido de materia seca y energía, y a una elevada concentración de proteína (Pulido *et al.*, 2010). Para corregir estas limitaciones, se propuso dividir la oferta de dos forrajes conservados y entregando la asignación de pradera en la tarde. Entonces, fraccionar así la dieta, incrementaría la producción de leche, mejorando sólidos lácteos, y, manteniendo la condición corporal del animal. El objetivo fue evaluar el efecto del fraccionamiento de los suplementos, sobre parámetros de producción en otoño.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó desde mayo a julio, en la Estación Experimental Agropecuaria Austral (UACH – Valdivia). Se utilizaron 36 vacas frisonas en su primer tercio de lactancia, con similar producción lechera, peso vivo y condición corporal. La dieta, estuvo constituida por pastoreo de una pradera permanente (17 kg MS/vaca/día), más suplementación con ensilaje de maíz, ensilaje de pradera y 3 kg de concentrado. Los tratamientos fueron: EMM, suplementación con 3 kg MS de ensilaje de maíz en la mañana y en la tarde 3 kg MS de ensilaje de pradera. EMP, suplementación con 1,5 kg MS de ensilaje de pradera y 1,5 kg MS de ensilaje de maíz, tanto en la mañana como en la tarde. EMV, suplementación con 3 kg MS de ensilaje de pradera en la mañana y 3 kg MS de ensilaje de maíz en la tarde. La producción de leche fue medida de forma automatizada diariamente. Las muestras de leche para determinar composición láctea se tomaron una vez por semana. Se registró peso vivo a diario y condición corporal se evaluó una vez por semana. Los datos se analizaron mediante un diseño en bloques al azar de medidas repetidas, con el programa MINITAB v.16 ®, utilizando un nivel de significancia de $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos de la alimentación fraccionada se presentan en la Tabla 1. Las vacas del grupo EMM produjeron más leche ($p < 0,001$), pero las vacas del grupo EMV, tuvieron una mayor concentración de proteína ($p < 0,001$). Por otra parte, el grupo EMP tuvo



una producción similar al grupo EMV, aunque su contenido de proteína láctea fue más cercano a EMM. Al respecto, Sheahan *et al.*, (2013), entregaron oferta de pradera después de cada ordeña y encontraron una tendencia a mejorar el margen de rendimiento a la suplementación con concentrado, cuando las vacas eran suplementadas en la mañana, comparado con la suplementación vespertina. Por el contrario, Trevaskis *et al.*, (2004), reportaron un incremento de la producción láctea en vacas suplementadas con cebada en la tarde, pero en este estudio, los animales recibieron una oferta de pradera vespertina. Por otro lado, aunque los pesos vivos mostraron diferencia estadística a favor de EMV con respecto a EMM ($p < 0,01$), la diferencia solo alcanzó los 9,3 kilos, lo que podría resultar poco significativo en el sistema productivo. Más importante, se mantuvo una CC de 3 puntos en todos los tratamientos. Aparentemente, las vacas que recibieron el tratamiento EMV, utilizaron la energía para aumentar el peso vivo y no para producción de leche.

Tabla 1. Promedios de producción de leche (PL), persistencia láctea (PeL), componentes lácteos (%), peso vivo (PV), Cambio PV y condición corporal (CC) por tratamiento (n=27 vacas, mantenidas a pastoreo en otoño).

	Tratamientos			EE	Valor P
	EMV ¹	EMP ²	EMM ³		
Producción de leche (PL) (kg/d)	19,8 ^b	20,8 ^b	22,3 ^a	0,181	<0,001
Persistencia láctea (PeL)	-0,0499	-0,0534	-0,0155	0,015	0,185
Grasa (%)	4,30	4,18	4,11	0,086	0,298
Proteína (%)	3,29 ^a	3,16 ^b	3,07 ^b	0,029	<0,001
Urea (mmol/L)	5,08	5,17	4,84	0,168	0,391
Peso vivo (PV) (kg)	514,6 ^a	511,9 ^{ab}	505,3 ^b	1,935	0,004
Cambio peso vivo	0,20	0,14	0,09	0,100	0,741
Condición Corporal (CC)	3,02	3,07	3,09	0,024	0,185

1 EMV = Tratamiento recibiendo ensilaje de maíz vespertino, ensilaje de pradera matutino; 2 EMP = Tratamiento recibiendo ensilaje de maíz y pradera, en partes iguales, en la mañana y en la tarde; 3 EMM = Tratamiento recibiendo ensilaje de maíz matutino, ensilaje de pradera vespertino

CONCLUSIONES

El fraccionamiento de la entrega de suplementos a vacas lecheras, que reciben una oferta de pradera vespertina durante el otoño, demostró afectar los parámetros productivos de los animales. Así, la entrega EMM, mejoró la cantidad de leche producida, mientras que, EMV, incrementó la proteína láctea, y EMP, mostró un mejor balance entre producción de leche y concentración de sólidos lácteos.

REFERENCIAS

- Pulido RG, R Muñoz, C Jara, O Balocchi, JP Smulders, F Wittwer, P Orellana, M O'Donovan. *Livestock Science* 2010, 132: 119 –125.
- Sheahan AJ, SJ Gibbs, JR Roche. *J. of Dairy Science* 2013, 96: 477 – 483.
- Trevaskis LM, WJ Fulkerson, KS Nandra. *Livestock Production Science* 2004, 85: 275 – 285.



ABSCESO DE PEZUÑA EN OVEJAS COJAS, COMPARANDO LA TEMPERATURA DE MIEMBROS SANOS Y LESIONADOS POR MEDIO DE TERMOGRAFÍA INFRARROJA.

Hoof abscess in lame sheep, comparing the temperature of healthy and injured limbs through infrared thermography

I. Cid¹, G. Oyarzún¹, J. Cáceres¹, H. Bustamante², C. Letelier¹

¹ Instituto de Ciencia Animal, UACH, Valdivia, Chile, Proyecto FIA-PYT-2012-0202.

²Instituto de Ciencias Clínicas Veterinaria, UACH, Valdivia, Chile.

Email: cidmivan@gmail.com, uach.claudialetelier@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

Las afecciones podales generan cojera, lo que representa un problema en la producción ovina, afectando la salud y el bienestar animal (Hodgkinson, 2010). Una de las causas de cojera es el absceso de pezuña, el que se produce debido a la pérdida de la unión entre la pared de la pezuña y el corion laminar, el que alberga barro o materia fecal lo que conduce a una infección y con ello la formación del absceso (Conington *et al.*, 2010). Un estudio realizado por Saranika *et al.* (2015) en ovejas con dermatitis interdigital comparó la temperatura del espacio interdigital entre pies sanos y afectados por esta lesión, por medio de la termografía infrarroja. El objetivo de este estudio fue comprar la temperatura de dedos afectados por absceso de pezuña que genera cojera en comparación con miembros sanos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Treinta y cuatro ovejas lecheras, de un predio de la comuna de Futrono, Chile, fueron utilizadas en este estudio durante el mes de enero del 2015. A los animales se les realizó un examen locomotor, que incluía una inspección visual y grabación en video del animal en estación y marcha; luego se realizó una profunda inspección del pie, después de lavar y recortar con tijera despalmadora. Primero las ovejas fueron diagnosticadas de acuerdo al grado de cojera según Kaler *et al.* (2009) en una escala de 0-6 y se seleccionaron todas las ovejas con absceso de pezuña. A estas, se les realizó un termograma con la cámara termográfica FLIR i5 registrando la vista anterior (VA), vista solear (VS) y vista posterior (VP) del pie. El pie de las ovejas con el/los miembros con abscesos de pezuña fue el Grupo Absceso (GA) y como controles un miembro sano de la misma oveja al que denominamos Grupo Control (GC). El análisis de los datos fue realizado por el programa FLIR Tools 3.1 (FILR Systems, Wilsonville, OR), donde al GA se le registro sólo el dedo afectado por el absceso y al GC se le registraron ambos dedos, y para obtener un valor representativo de las vistas se consideraron 5 puntos de temperatura en la VA, entre 8 y 20 en la VS y 5 puntos en la VP, al análisis igual fue incluida la información de temperatura atmosférica y humedad relativa. Los datos fueron evaluados por el programa R commander donde cada vista fue comparada entre el GC y GA por un T test, en caso de que los datos sean normales y para datos no normales se realizó un test de Wilcoxon.



RESULTADO Y DISCUSIÓN

De las treinta y cuatro ovejas se encontraron 36 miembros que claudicaban debido a absceso de pezuña, los que pasaron a ser el GA y se muestrearon 36 miembros sanos de los mismo animales que son el GC. Resultado del termograma se determinó la media de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) para la VA siendo ésta de 32,41 ($\pm 0,7036$) en el GC y 35,48 ($\pm 0,3695$) en el GA; en la VS un 28,53 ($\pm 0,5926$) presento el GC y 30,26 ($\pm 0,4349$) el GA; y en la VP un 33,87 ($\pm 0,5030$) presento el GC y un 36,0 ($\pm 0,3149$) (figura 1). La vista anterior y posterior presentaron una distribución normal y la vista solear una distribución no normal, al hacer los respectivos análisis estadísticos las tres vistas entregaron una diferencia significativa ($P < 0,05$) entre el GC/GA. Se puede decir que la respuesta inflamatoria que se genera debido al daño entre la pared de la pezuña y el corion laminar producido por la infección del absceso (Conington *et al.*, 2010) causa un aumento de temperatura que es posible percibir desde las tres vistas analizadas, siendo los mayores cambios de temperatura en la vista anterior y vista posterior.

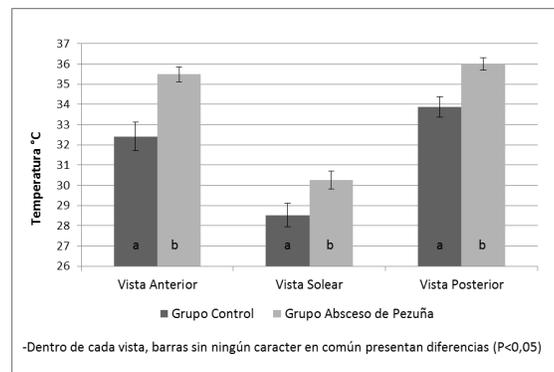


Figura 1. Gráfico de grupos de miembros por vistas en comparación con la termografía infrarroja

CONCLUSIÓN

Se evidenció un aumento de temperatura entre los dedos que presentaban absceso de pezuña en comparación con dedos sanos. Esto indicaría que la termografía infrarroja es capaz de identificar el dedo que presenta una infección con absceso en pezuñas de ovejas.

REFERENCIAS

- Conington J, Nicoll L, Mitchell S, Bünger L. *Veterinary Research Communications*, 2010 34, 481-480
- Hodgkinson O. *Small Ruminant Research*, 2010, 92, 67-71.
- Kaler J, Winssink G J, Green L E. *The Veterinary Journal*, 2009, 180, 189-194.
- Ramírez A. Tesis de Magister Facultad de Agronomía, Universidad Austral de Chile, 2014.
- Saranika T, Gabai G, Celi P. *Small Ruminant Research*, 2015, 127, 80-85.



GRADOS DE COJERA OVINA EN COMPARACIÓN CON TRES VISTAS DE TERMOGRAFIA INFRARROJA DEL PIE.

Degrees of sheep lameness in comparison with three views of infrared foot thermography

I. Cid¹, G. Oyarzún¹, J. Cáceres¹, H. Bustamante², C. Letelier¹

¹ Instituto de Ciencia Animal, UACH, Valdivia, Chile, Proyecto FIA-PYT-2012-0202.

²Instituto de Ciencias Clínicas Veterinaria, UACH, Valdivia, Chile.

Email: cidmivan@gmail.com, uach.claudialetelier@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

Las afecciones podales generan cojera, lo que representa un problema en la producción ovina, afectando la salud y el bienestar animal (Hodgkinson, 2010). Para estratificar el grado de severidad de la cojera en ovinos, se ha desarrollado una escala de 0-6 puntos (Kaler *et al.*, 2009). Además, estudios realizados en cojera bovina (Ramírez, 2014) y en afecciones podales como footrot (Lehuteur, 2012, Saranika *et al.*, 2015) han implementado la termografía para evaluar la asociación entre cojera o lesiones podales y el aumento de temperatura en el miembro afectado, como método diagnóstico. El objetivo de este trabajo es relacionar los grados de cojera ovina, con respecto a la temperatura de pies afectados por claudicaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Sesenta y cuatro ovejas lecheras, de un predio de la comuna de Futrono, Chile, fueron utilizadas en este estudio durante el mes de enero del 2015. Los animales fueron inspeccionados visualmente y se realizó un registro en video en estación y en marcha, determinando el grado de cojera en una escala de 0-6 puntos (Kaler *et al.*, 2009), además, se realizó un examen del pie afectado para determinar la causa de la cojera. Los animales fueron agrupados según el grado de cojera en tres grupos, el grupo control (GC) correspondiente a ovejas con grado 0 de cojera (G0); grupo con cojera leve (CL) que cuenta con animales con cojeras grado 1 (G1) y grado 2 (G2); y grupo con cojera evidente (CE) que agrupa animales con cojera grado 3 (G3), 4 (G4) y 5 (G5). A los animales se les realizó un termograma con la cámara termográfica FLIR i5, tomando la vista anterior (VA), vista solear (VS) y vista posterior (VP) del pie. Al GC se le registró un miembro anterior y posterior, y a los CL y CE se les registró el miembro que claudicaba y un miembro sano. El análisis de los datos fue realizado por el programa FLIR Tools 3.1 (FLIR Systems, Wilsonville, OR) y para obtener un valor representativo de las vistas se consideraron 5 puntos de temperatura en la VA, entre 10 y 20 en la VS y 5 puntos en la VP, al análisis fue incluida la información de temperatura atmosférica y humedad relativa. El análisis estadístico consistió en Análisis multivariado de covarianzas (MANCOVA), que comparó los grupos de cojeras con respecto a la temperatura registrada en la VA, VS y VP, utilizando como covarianza los miembros sano de cada animal.



RESULTADO Y DISCUSIÓN

A la inspección visual, el GC (n=22) no presentó cojera; en el CL (n=24) el 62,5% es G1 y el 37,5% G2; y en el CE (n=18) un 44,4% es G3, 44,4% es G4 y un 11,1% es G5. En el GC no se encontraron miembros con afecciones podales; en el CL el 66,6% presenta absceso de pezuña y el 33,3% presentó dermatitis interdigital. En el CE un 100% presentó absceso de pezuña. Como resultado del MANCOVA la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) media de la VA de los grupos fueron para el GC 32, ($\pm 0,4$), CL 34,4 ($\pm 0,4$) y CE 34,0 ($\pm 0,5$) con diferencia estadística ($P < 0,05$) entre GC/CL; en la VS el GC 27,672 ($\pm 0,5$), CL 29,1 ($\pm 0,4$) y CE 29,5 ($\pm 0,5$); y para la VP el GC 33,2 ($\pm 0,4$), CL 35,2 ($\pm 0,4$) y CE 35,4 ($\pm 0,5$) con una diferencia significativa entre GC/CL, y GC/CE (Covariables que aparecen en el modelo se evalúan con los siguientes valores: VA=33,3; VS=30,0; VP=34,4), datos que son graficados en la figura 1. Estos datos concuerdan con lo planteado por Lehugeur (2012), quien encontró diferencia de temperatura en animales con *footrot* y animales sanos, pero no encontró diferencia entre los diferentes grados de severidad de *footrot*.

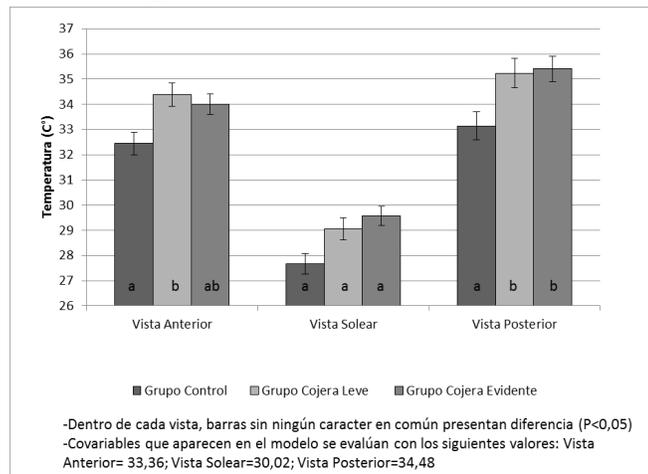


Figura 1. Gráfico de grupos de ovejas por vistas en comparación con la termografía infrarroja del pie

CONCLUSIÓN

Se evidenció un aumento de temperaturas en la vista anterior y vista posterior del pie de las ovejas que presentaban algún grado de cojera en comparación con las ovejas no cojas, pero no se encontró evidencia de una diferencia de temperatura entre los grupos de grados de cojera comparados.

REFERENCIAS

- Hodgkinson O. Small Ruminant Research, 2010, 92, 67-71.
Kaler J, Winssink G J, Green L E. The Veterinary Journal, 2009, 180, 189-194.
Lehugeur C.M. Master, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
Ramírez A. Tesis de Magister Facultad de Agronomía, Universidad Austral de Chile, 2014.
Saranika T, Gabai G, Celi P. Small Ruminant Research, 2015, 127, 80-85.



EVALUACIÓN DE DISTINTAS DOSIS DE SALES DE ALUMINIO SILICATO SOBRE LA DISMINUCIÓN Y PREVENCIÓN DE DIARREA EN TERNEROS EN LECHERIA.

Evaluation of several doses of Aluminum silicate salts effect on the decrease and prevention of the diarrhea in dairy calves.

L. Oportus

Cooprinsem , camino Antuco km 0.1, Los Angeles: E-mail: loportus@cooprinsem.cl

INTRODUCCIÓN

La diarrea representa una de las más importantes causas de mortalidad en terneros sumándole pérdidas por enfermedades perinatales y también disminución de peso y susceptibilidad a otras enfermedades (Rusch, 1996). Las inclusiones de sales de aluminio silicato (SAS) en las raciones en terneros de lechería, tiene efecto sobre la disminución de diarreas (Rivas *et al.*, 2011). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de distintas dosis de SAS sobre la presentación de diarreas en terneros.

MATERIAL Y METODOS

El ensayo consideró 100 terneros machos raza Holstein Friesian de 1 a 30 días de vida, con peso inicial por grupo de 45,0 \pm 5,0; 45,3 \pm 6,4; 45,0 \pm 3,7 y 44,0 \pm 5,6 kg. Grupos de 25 animales fueron mantenidos en jaulas individuales y sometidos a 4 tratamientos en forma aleatoria durante 45 días, alimentados con 6 litros de leche entera y concentrado *Starter* 23% de proteína cruda. Los tratamientos fueron: T1 ración sin consumo de SAS; T2; T3 y T4 con 0,25%, 0,50% y 1% de producto en la ración, respectivamente. Las variables analizadas fueron consistencia fecal (evaluadas por la misma persona diariamente en 4 categorías: (sólidas, semisólidas, semilíquidas y líquidas) para cuantificación de diarreas, ganancia de peso, consumo de concentrado, hematocrito, albuminas y proteínas séricas. Para determinar las diferencias significativas entre tratamientos, los resultados se analizaron mediante un ANDEVA, utilizando el paquete estadístico test de comparación de Duncan

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio de aumento de peso vivo diario no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos. El consumo fue más alto para el grupo control mostrando diferencias significativas ($p < 0,15$) entre los tratamientos. Los valores de hematocritos, albúmina y proteínas séricas no tuvieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos. Al evaluar la consistencia fecal y el grado de diarrea, no se observó diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$). En la evaluación por presencia de materia fecal diarreicas (semi-líquidas y líquidas) con material fecal no diarreicas (semi-sólidas y sólidas) el tratamiento 1 presentó una significativa ($p < 0,05$) mayor cantidad de fecas diarreicas en relación al resto, y el tratamiento 3, como el que presentó menor cantidad de diarreas no siendo significativas entre grupos.



CUADRO 1. Pesos Inicial y final, ganancia peso y consumo en el periodo.

Tratamientos	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Ganancia de peso día (g)	Consumo concentrado g/día
T1	45.7	83.8	0,846 a	0,510 b
T2	45.3	80.8	0,788 a	0,424 a
T3	45.2	80.3	0,780 a	0,424 a
T4	44.0	78.5	0,766 a	0,396 a

Letras distintas en la misma fila senala diferencias entre tratamientos $p < 0,15$

CUADRO 2. Parámetros metabólicos y cantidad de diarreas en el periodo

Tratamientos	Hematocrito (%)		Proteínas Totales (g/dl)		Albumina (g/dl)		Fecas diarreicas (%)	Fecas no diarreicas (%)
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
T1	31,2	72,0	16,78	6,78	2,88	4,21	27	73
T2	30,2	66,1	16,89	6,78	2,80	4,07	18	82
T3	31,8	66,4	15,45	6,56	2,85	4,03	11	89
T4	29,5	67,2	14,38	6,68	2,82	4,03	16	84

No hubo diferencias significativas entre tratamientos $p > 0,05$

CONCLUSIONES

Para este ensayo la dosis de 0,50% tiende a reducir la presentación de diarreas en terneros.

REFERENCIAS

Rivas, C. L. Oportus, E. Janh. 2011. Evaluación del efecto de sales de aluminosilicato (MilbondTx) sobre la disminución de la diarrea en terneras de lechería. X Congreso Chileno de Buiatría. P 147 – 148

Rusch K 1996. Problemas higiénicos en la crianza de terneros. Informativo Agropecuario Boleche. Diciembre. P 21 – 23



DETERMINACION DE PORCENTAJES Y CAUSAS MÁS FRECUENTES DE ELIMINACION DE VACAS EN LECHERÍAS EN LA PROVINCIA DE BIOBIO

Determination of more frequent causes and percentage of culling in dairy cattle in BioBio province

X. Aedo¹, L. Oportus²,

¹ Coopeval; ² Cooprinsem, Los Angeles: E-mail: loportus@cooprinsem.cl

INTRODUCCIÓN

La decisión de eliminación es compleja. Los productores pueden considerar muchos factores de la vaca, como la edad, estado de lactación, reproductivo, salud, producción de leche y temperamento cuando determina si un ejemplar debe ser desechado o no. También puede estar afectada por factores económicos, como el precio de la leche, de las hembras eliminadas y de vaquillas de reemplazo. En adición, la actitud del productor tiene efecto en cuáles serán eliminadas del predio (Bascom y Young, 1998). Este trabajo pretende determinar la frecuencia y principales causas de vacas lecheras en Biobío.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación utilizó la información disponible en la base de datos del Control Lechero Oficial de Insecabío Ltda con registros de aproximadamente 30% de lecherías, de ganado Holstein Friesian, de la Región del Biobío. Para determinar la frecuencia de eliminación fueron analizadas 42 lecherías (8.000 hembras masa constante anual) con un modelo estadístico $Y_i|p \sim (p)$. Estos datos fueron recopilados y traspasados a planillas de Microsoft Office Excel. El promedio de eliminación fue determinado en cada uno de los años (1996-2005) del período según la vaca masa de cada predio calculando el porcentaje total para obtener las vacas desechadas de los 42 predios durante los 9 años de estudio. Cinco predios (1.300 vacas) fueron elegidos para conocer las causas de eliminación en cada uno de ellos teniendo acceso a los registros, cuya información trasladada a la planilla Excel, fue procesada. Aquellos animales que presentaron dos razones de descarte, ambas causales son consideradas. Este estudio no incluye vaquillas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 59.791 vacas lecheras fueron eliminadas 18.133 incluyendo la muerte, con lo que el porcentaje de eliminación para el total del período en estudio resultó ser 30.3%

El modelo estadístico fue el siguiente: $Y_i|p \sim (p)$

Donde, p : probabilidad de que una vaca sea eliminada (% de eliminación por 100).

El estadístico de máxima verosimilitud, el error estándar y el intervalo de confianza

asintótico del 95% fueron: $\hat{p} = \frac{S}{n}$; s = Número de animales eliminados; n = Universo

total



CUADRO 1 Análisis estadístico de vacas eliminadas durante el período

n	s	p	Error Estandar	Intervalo de Confianza	
59791	18113	0.303	0.0019	0.2993	0.3066

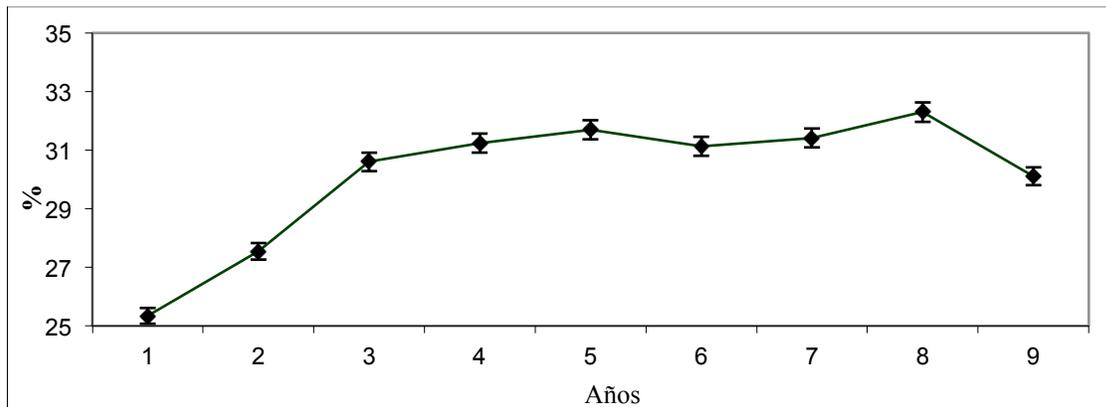


GRAFICO 1. Porcentajes anuales de eliminación para el período

El porcentaje anual de eliminación del período en la Figura 1 muestra que los primeros tres años hubo una tendencia al alza estadísticamente significativa, luego estuvo constante al año 8 y declinó el último.

Los porcentajes frecuencia de eliminación de las 5 lecherías analizadas para los 9 años son: glándula mamaria 25.2% (619); problemas reproductivos 18.5% (454); muertes 17.9% (438); sin información 14.1% (345); enfermedades infecciosas 8.3% (204); claudicaciones 4.0% (94); otras enfermedades 3.3% (80); baja producción 3.1% (77); aborto 2.9% (72); edad 1.0% (25); accidentes 1.0% (25); otras causas 0.4% (10); facilidad de ordeño 0.2% (5). No hubo eliminación por mal temperamento

CONCLUSIONES

El porcentaje de eliminación fue de 30.3% y las causas más frecuentes fueron 3: glándula mamaria, problemas reproductivos y muertes.

REFERENCIAS

Bascom, S., S., and A.J. Young. 1998. A Summary of the Reasons Why Farmers Cull Cows. J. Dairy Sci. 81:2299-2305.



EFFECTO DE LOS PROBLEMAS REPRODUCTIVOS EN LA ELIMINACIÓN DE VACAS LECHERAS EN TRES REBAÑOS EN EL SUR DE CHILE.

Effect of reproductive diseases on culling of dairy cows in three herds in the South of Chile

C. Hernández-Gotelli¹, N. Tadich^{1 2}

¹Programa de Postítulo en Ciencias Clínicas mención Rumiantes,

²Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Universidad Austral de Chile.

c.hernandezgotelli@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En Chile existen escasos estudios sobre causas de eliminación de vacas lecheras. Estudios internacionales (Gröhn *et al.*, 1998; Dechow y Goodling, 2008; Bell *et al.*, 2010; Chiumia *et al.*, 2013) destacan que vacas afectadas con los problemas reproductivos sugieren riesgo de eliminación del rebaño. El objetivo es determinar cuáles son las principales causas de eliminación, además de conocer el destino, el número de lactancias y la duración de la última lactancia de las vacas eliminadas.

MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizaron las bases de datos de tres lecherías comerciales, ubicadas en la Región de Los Ríos, dos con sistema pastoril y una en confinamiento. Cada una de las lecherías tenía en promedio entre 340 y 560 vacas en ordeña. De la totalidad de vacas eliminadas en los años 2011, 2012 y 2013 se registró el destino, el número de lactancias y los días de duración de la última lactancia. Las causas de eliminación se agruparon según sistema fisiológico afectado. Para problemas reproductivos se incluyó: infertilidad, abortos, fetos momificados, endometritis, metritis, retención de placenta, útero con adherencias; también los trastornos asociados al parto como cesáreas, partos distócicos y daños del útero al parto. El análisis de los datos se utilizó el programa estadístico computacional R en su versión 3.0.3 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de eliminación promedio en el rebaño A, B y C fue de 21,3%, 14,3% y 21,2%, respectivamente. De estas eliminaciones, los problemas reproductivos constituyeron un 38%, 31% y 27%, en los respectivos rebaños (figura 1), constituyendo la primera causa de eliminación. Esto es similar a lo reportado por otros autores internacionales antes mencionados. Las vacas eliminadas por problemas reproductivos fueron principalmente vendidas (90,5%), y sólo una minoría murieron (4,5%) por esta causa. Entre un 46,3% y 62,7% de las eliminaciones por problemas reproductivos se produjeron en las primeras dos lactancias. Las lactancias de vacas eliminadas por problemas reproductivos duraron en promedio entre 333 y 427 días (figura 2), ya que las vacas con problemas reproductivos, principalmente por falla en la fertilidad, se



mantienen en la lechería hasta que su producción sea mínima, es en ese momento cuando la vaca es eliminada del rebaño.

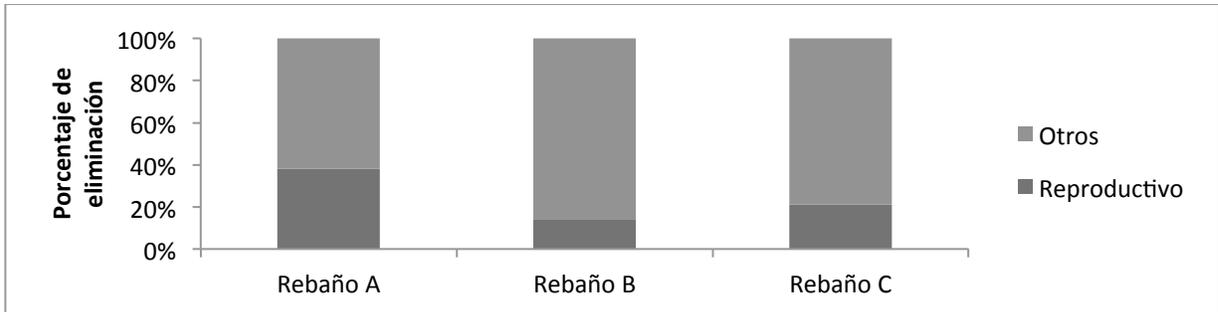


Figura 1. Porcentaje vacas eliminadas según causa de eliminación en tres rebaños lecheros.

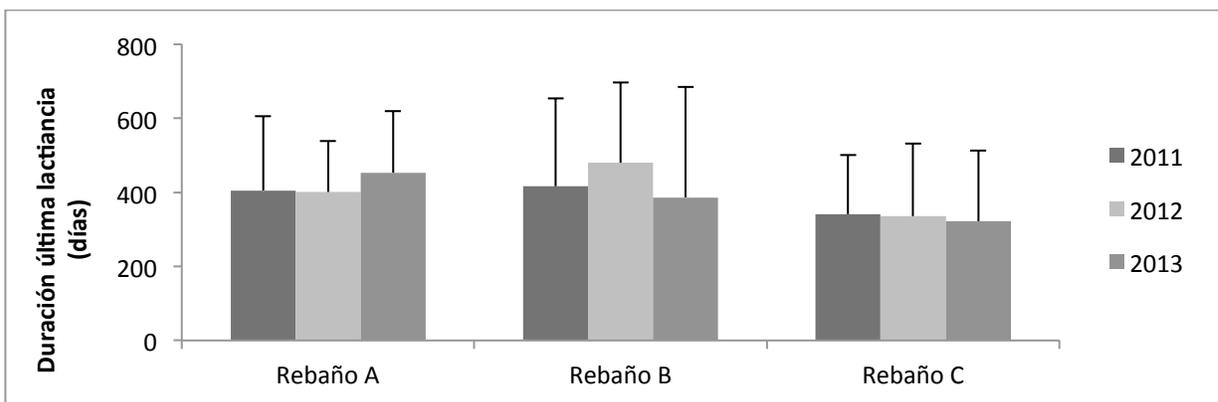


Figura 2. Duración de la última lactancia (días) según la causa de eliminación por año en los tres rebaños.

CONCLUSIONES

Las vacas lecheras en tres rebaños del sur de Chile son eliminadas principalmente por problemas reproductivos. Siendo la venta el principal destino de estos animales. Por esta causa las vacas son eliminadas principalmente entre la primera y segunda lactancia. La duración de la última lactancia en vacas eliminadas por problemas reproductivos supera los 333 días en promedio. Sin embargo, tanto la causa de eliminación como el número de lactancias y la duración de la última lactancia varían entre los distintos años en los distintos rebaños.

REFERENCIAS

- Bell M, E Wall, G Russell, D Roberts, G Simm. *Vet Rec*, 2010, 167, 238-240.
Chiumia D, M Chagunda, A Macrae, D Roberts. *J Dairy Res*, 2013, 80, 45-50.
Dechow C, R Goodling. *J Dairy Sci* 91, 2008, 4630-4639.
Gröhn Y, S Eicker, V Ducrocq, J Hertl. *J Dairy Sci*, 1998, 81, 966-978.



EVALUACION DE LOS RIESGOS ASOCIADOS A LA PROFESION MEDICO VETERINARIA EN ANIMALES MAYORES EN LOS ANGELES.

Evaluation of risk associated to the veterinary profession with large animals in Los Angeles

A. Jeldres¹; L.Oportus²

¹ SAG, Mulchén; ² Cooprinsem; Los Angeles. E-mail: loportus@cooprinsem.cl

INTRODUCCIÓN

El ejercicio de Médico Veterinario es una profesión de alto riesgo ya que está expuesto a enfermedades, cercanía con productos químicos y biológicos. Problemas ergonómicos y psicosociales (Alvarez, 2002). Los países en desarrollo no cuentan con información sobre el tema, razón por la que se planteo el presente estudio descriptivo en base a encuestas realizadas a profesionales que trabajan con animales mayores en la comuna de Los Angeles

MATERIAL Y MÉTODOS

La encuesta fue aplicada a 33 Médicos Veterinarios he incluyo: datos personales, universidad y año de egreso, riesgos laborales (si la considera peligrosa o no), aspectos ergonómicos (si ha sufrido lesiones, sobre esfuerzos graves, posturas inadecuadas, etc), psicosociales (cuenta con ayuda, sufre stress), biológicos (ha sufrido contagios, gravedad y tiempo) y agentes físicos (temperaturas, iluminación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

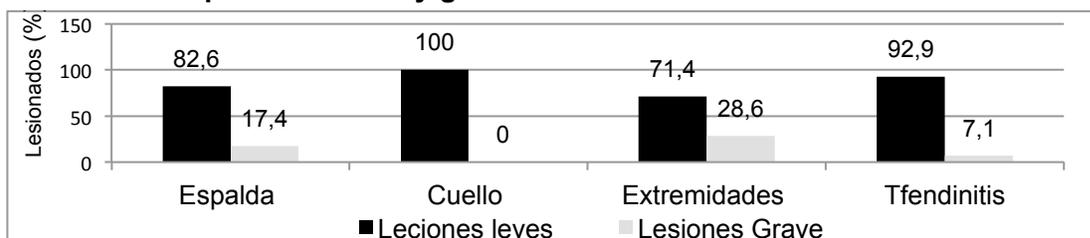
Según egreso, 13 se titularon en la UACH, 11 UdeC, 7 UCH y 2 UCT de estos, el 69,7% lo hizo entre los años 1985 y 2002, el 30,3% entre 1957 y 1984. En relación al riesgo laboral, el 15% el consideró alto, 73% medio y 12% bajo.

Sobre el uso de agua para lavado de manos, el 30% usa agua en balde, 50% agua corriente, 20% otras fuentes En cuanto a riesgos ergonómicos son mostrados en cuadro N°1

CUADRO 1. Médicos Veterinario que sufrieron riesgos posturales y gravedad

Lesiones	SI		LEVE		GRAVE		Total	Total
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%		
Espalda	23	69,7	19	82,6	4	17	23	100
Cuello	6	18,2	6	100	0	0	6	100
Extremidades	14	42,4	10	71,4	4	29	14	100
Tendinitis	14	42,4	13	92,2	1	7,1	14	100

GRAFICO 1. Tipo de lesiones y gravedad en Médicos Veterinarios





Las posturas (lumbagos, tensiones musculares, lesiones discales) son las más frecuentes (69,7%) seguidas por extremidades (42,2%), tendinitis (42,2%) y lesiones de cuello (18,2%). **En cuanto a las lesiones la mayoría eran leves, y sólo un 27,3% fueron de carácter grave, siendo las de cuello con mejor diagnóstico (100%) y en extremidades, un 28,6% son graves.**

Por estas lesiones, 73,1% no acudió al centro asistencial, y el resto si lo hizo; de estos últimos, 43% no dejó el trabajo, 14% estuvo ausente por 5 días, y 43%, se ausentó por más de una semana. El 57% nunca ha consultado un médico por dolores posturales.

Respecto a condición corporal, el 69,7% lo considera acorde con la actividad; el 30,3% consideran que el trabajo los ha sobrepasado y el 78,8% no hace ejercicios relajatorios.

El 80% de los MV considera que trabajar en cuclillas es la postura más inadecuada (cesárea, castraciones, despalme) y el 57,8% hace sobre-esfuerzo **para derribar, lacear o tumbar terneros.**

En el aspecto psicosocial, el constante riesgo de agresión por parte de los animales y el estar sometidos siempre al juicio del propietario, son los factores más estresantes, junto con el horario irregular de trabajo, la terquedad del dueño, movilizarse, las cirugías y la poca cooperación del personal. El 63,5% reconoce trabajar con mala iluminación en intervenciones nocturnas. El 60,6% no cuenta con ayudante propio y solo es apoyado por personas asignados en terreno y el 39,4% cuenta con un ayudante.

En cuanto al frío, el 88% toma los resguardos y en calor, 73% usa bloqueador solar. El 94% nunca ha sufrido quemaduras por descorné o nitrógeno líquido. En enfermedades zoonóticas, 93,9% nunca ha sufrido contagios y 96,6% toma todas las medidas de prevención.

Respecto a perfeccionamiento, un 91% de los profesionales hace cursos de perfeccionamiento o asiste a seminarios, congresos, y otros eventos similares. Los que no asisten dan como principales razones; la disponibilidad de tiempo o los costos.

CONCLUSIONES

Existe entre los Médicos Veterinarios de clínica mayor de Los Angeles la conciencia del riesgo en la profesión. Descuido o exceso de confianza han concretado algunas anomalías.

REFERENCIAS

Álvarez E, 2002. La bioseguridad y seguridad laboral del Médico Veterinario de campo y necropsia. Epidemiología y Salud Pública. Facultad de Ciencias Veterinarias General Pico. La Pampa



HIPOCALCEMIA SUBCLÍNICA Y SU RELACIÓN CON LA SALUD POSTPARTO EN VACAS LECHERAS A PASTOREO

Associations of subclinical hypocalcemia with postpartum health in grazing dairy cows

P. Muñoz-Boettcher^{1,2}, P. Sepúlveda Varas^{1*}

¹Inst.Cs.Clín.Vet., Fac. Cs. Vet., Universidad Austral de Chile (UACH).

²Prog. Mag. Cs. Mención Salud Animal UACH. [*p.munozboettcher@gmail.com](mailto:p.munozboettcher@gmail.com)

INTRODUCCIÓN

La hipocalcemia subclínica es una enfermedad metabólica que se ha relacionado con la salud de la vaca y su producción de leche. El objetivo del estudio fue determinar la asociación entre hipocalcemia subclínica postparto y la presentación de retención de placenta, metritis puerperal y mastitis clínica en vacas lecheras a pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 4 predios lecheros bajo sistema pastoril de la provincia de Osorno, Chile durante la primavera del año 2012. Se utilizaron 238 vacas multíparas las cuales no presentaron casos clínicos de hipocalcemia. El diagnóstico de metritis puerperal fue realizado por un médico veterinario a través de un examen reproductivo dos veces por semana, registrándose aquellas que presentaron descargas purulentas y/o café-rojizas con mal olor y fiebre ($\geq 39,4^{\circ}\text{C}$) en al menos un examen postparto. Se consideró como retención de placenta la no expulsión de esta dentro de las 12 h posteriores al parto. Los cuadros de mastitis clínica fueron registrados por los ordeñadores de cada predio, considerando para este estudio sólo los casos que fueron tratados localmente con antibiótico intramamario en uno o más cuartos y no presentaron fiebre. Para la determinación de las concentraciones de calcio (Ca) plasmático se obtuvo muestras de sangre semanalmente: sem 1: 2-7 d postparto; sem 2: 8-14 d postparto y sem 3: 15-21 d postparto, las que fueron procesadas en el Laboratorio de Patología Clínica de la Universidad Austral de Chile a través de espectrofotometría de absorción atómica (Thermo AA serie S). Se establecieron los porcentajes de vacas con hipocalcemia subclínica ($1,5 \text{ mmol/L} < \text{Ca} < 2,0 \text{ mmol/L}$) y normocalcemia ($\text{Ca} \geq 2,0 \text{ mmol/L}$). Se determinó el porcentaje de animales que presentaron casos de retención de placenta, metritis y mastitis clínica en condiciones de normo e hipocalcemia, los que fueron comparados mediante un test de proporciones. Las concentraciones promedio de Ca en las diferentes semanas postparto de vacas con o sin alguno de los eventos clínicos estudiados se compararon a través de ANOVA en el programa SAS 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un 17,2% de las vacas presentaron hipocalcemia subclínica dentro de las primeras tres semanas postparto. En las vacas con hipocalcemia subclínica se observó una mayor ($p < 0,05$) presentación de retención de placenta y metritis puerperal, en comparación con aquellas con normocalcemia (Fig. 1A y 1B). Por otro lado, el porcentaje de vacas que presentaron mastitis clínica fue similar ($p > 0,05$) entre las vacas con normocalcemia (9,1%) e hipocalcemia subclínica (17,0%). Durante la



primera semana postparto se observó valores de Ca menores ($p < 0,05$) en las vacas que presentaron retención de placenta y metritis puerperal, respecto a las vacas que no presentaron estos eventos (Figura 2A y 2B), si bien para ambos grupos la calcemia se encontró dentro del intervalo de referencia (2,0-2,6 mmol/L). Por otra parte, vacas con y sin mastitis clínica presentaron valores de Ca similares ($p > 0,05$) durante la primera y segunda semana postparto, observándose diferencias sólo en la tercera semana (2,3 vs 2,4 mmol/L; $p < 0,05$). Estos resultados sugieren que la hipocalcemia subclínica es un factor importante de considerar al momento de implementar medidas preventivas para la presentación de enfermedades de la transición postparto en vacas lecheras en pastoreo.

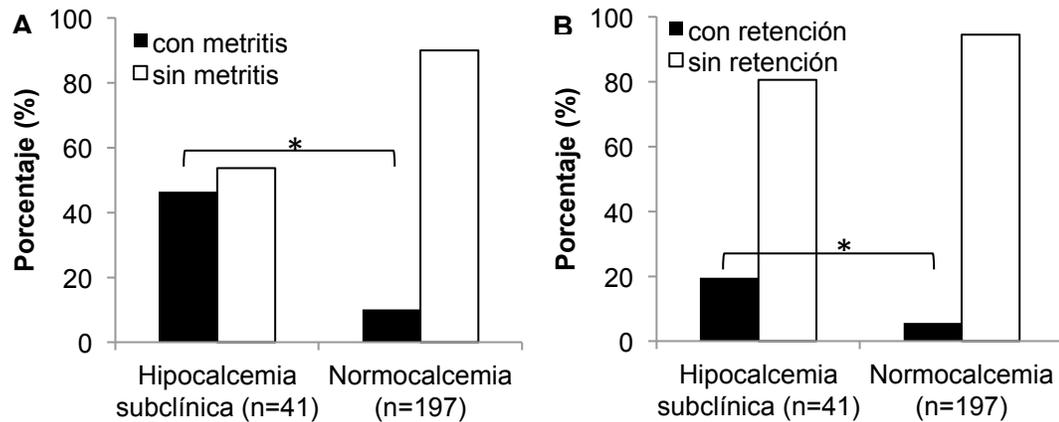


Figura 1. Porcentaje de vacas con hipocalcemia subclínica y normocalcemia que presentaron (A) metritis puerperal o (B) retención de placenta * Indica $p < 0,05$.

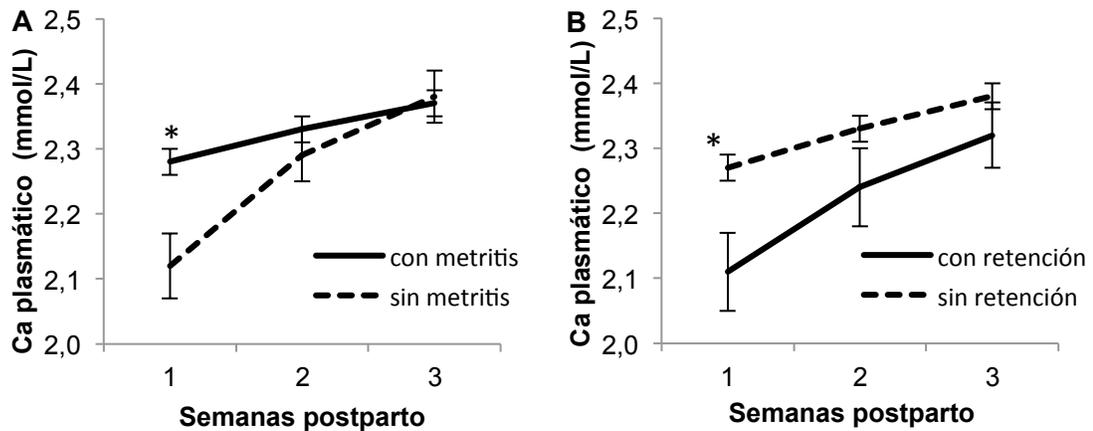


Figura 2. Concentraciones plasmáticas ($x \pm EE$) de calcio (Ca) de vacas con (A) metritis puerperal o (B) retención de placenta según semana postparto.*Indica $p < 0,05$.

CONCLUSIONES

Vacas de rebaños lecheros del sur de Chile que cursan con hipocalcemia subclínica presentan con mayor frecuencia casos de retención de placenta y metritis en el periodo de transición postparto.



EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ASESORÍA EN SALUD MAMARIA SOBRE EL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN UN REBAÑO LECHERO

Effect of an udder health program on somatic cell count

A Moreno¹, E García², R Pulido², A Morales²

¹ COOPRINSEM, ² Instituto de Ciencia Animal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. E-mail: alvaro.morales@uach.cl

INTRODUCCIÓN

La mastitis es considerada la enfermedad infecciosa que genera mayores pérdidas económicas en los rebaños lecheros, asociadas a la disminución en la producción láctea, costo de los tratamientos, eliminación de animales, mano de obra, entre otros (Hogeveen *et al.*, 2011). La severidad de la mastitis es medida en base al recuento de células somáticas (RCS), reportándose mayores pérdidas productivas a medida que aumenta el RCS (Hand *et al.*, 2012). Por otra parte, el RCS depende de factores del animal, de los agentes patógenos y del ambiente, lo cual determina diferentes medidas para afrontar el tratamiento y evolución de esta enfermedad, siendo necesario contar con información del comportamiento del RCS del rebaño para establecer metas y pronósticos en un programa de control. El objetivo de este estudio fue describir el comportamiento de diferentes categorías del RCS en un predio bajo un programa de asesoría en salud mamaria y calidad de leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionó un predio sin intervención profesional previa que solicitó asesoría a la empresa COOPRINSEM, recopilándose la información de RCS hasta que se consiguieron los objetivos del propietario (disminuir el RCS en estanque de 856.000 cél/ml a <300.000 cél/ml). Esta asesoría fue ejecutada por un Médico Veterinario que realizó visitas e informes mensuales, enfocando las intervenciones en dos aspectos, las medidas curativas: protocolos de tratamiento según severidad (mastitis grado 1: alteración de la leche, como intramamario; grado 2, grado 1 + compromiso de la glándula mamaria, antibiótico inyectable; grado 3, grado 2 + compromiso sistémico, terapia de soporte, ordeño periódico y antibiótico inyectable), secado de cuarto con yodo (en vacas con > 6 intervenciones sin resultados) y eliminación de vacas (una en el mes de abril). Se realizaron cultivos bacteriológicos a las vacas con grado 2 y 3 de CMT para identificar los patógenos y antibiograma para direccionar el tratamiento antibiótico. Por otra parte, las medidas preventivas comprendieron intervenciones en ambiente (8 variables), equipo de ordeña (11 variables) y rutina de ordeña (23 variables) descritas en García *et al.* (2015). Los registros de RCS se dividieron en 5 grupos (≤ 199.999 cél/ml; 200.000 - 399.999 cél/ml; 400.000 - 599.999 cél/ml; 600.000 - 999.999 cél/ml y 1.000.000 o más cél/ml). Se realizó la comparación de proporciones entre meses para cada rango de RCS, contrastándose contra el mes de noviembre debido a que los partos aumentaron las vacas con RCS < 200.000 cél/ml, se utilizó el software estadístico MINITAB® 16.1.0 (2010, Minitab Inc.).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se observa que existió un aumento constante del número de animales con RCS < 200.000 cél/ml durante el periodo de intervención, siendo significativo al sexto mes, superando esta categoría el 70% al final de la intervención. Por otra parte, las vacas con RCS $\geq 1.000.000$ cél/ml disminuyeron la primera mitad de la asesoría y luego permanecieron constante, correspondiendo a las vacas infectadas persistentemente por *Staphylococcus aureus*. Los RCS comprendidos entre 400.000 a 599.999 cél/ml descendieron durante la segunda mitad de la intervención hasta casi desaparecer. Finalmente, las dos categorías restantes presentaron una disminución significativa el último mes de intervención. Lo anterior indica que existe la posibilidad de controlar estas categorías pero se debe procurar un enfoque y seguimiento especial en el rebaño.

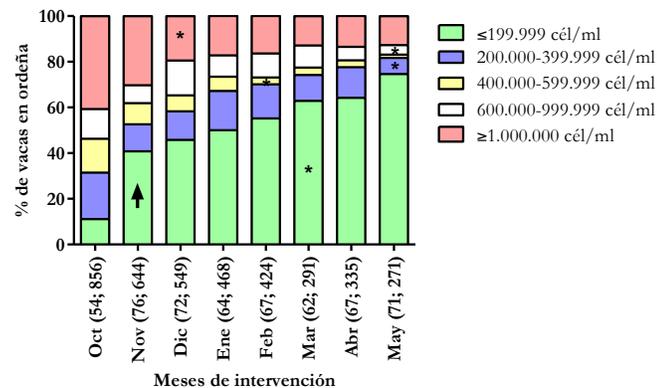


Figura 1. Distribución del RCS del rebaño en los meses de intervención.

* Indica el mes en que la diferencia entre categoría comenzó a ser significativa.

Valor entre paréntesis indica el número de vacas en ordeña y el RCS en estanque de cada mes; Flecha indica el ingreso de 31 vacas postparto al rebaño.

CONCLUSIONES

Se alcanzó el objetivo del propietario en un periodo de 8 meses de intervención, lográndose un aumento de las vacas con RCS <200.000 cél/ml a expensas de una disminución de las demás categorías de RCS evaluadas. Sin embargo, estas se modificaron en diferentes periodos y magnitudes, recomendándose un seguimiento individual de las categorías propuestas al momento de una asesoría.

REFERENCIAS

- García E, Morales A, Moreno A, R Pulido. 2015. Utilización del análisis factorial para la evaluación de una asesoría en salud mamaria y calidad de leche. XL Congreso Sociedad Chilena de Producción Animal, Puerto Varas, 9-13 noviembre de 2015.
- Hogeveen H, Huijps K, Lam TJGM. 2011. Economic aspects of mastitis: New developments. New Zeal Vet J. 59, 16-23.
- Hand KJ, Godkin A, Kelton DF. 2012. Milk production and somatic cell counts: A cow level analysis. J Dairy Sci 95, 1358-1362.



EFICIENCIA EN EL USO DE AGUA EN LECHERIAS DE OSORNO. Water use efficiency in dairy farms of Osorno.

JC.Dumont¹; L.Oportus²

¹Consultor independiente ²Cooprinsem; Los Angeles.
jcdumontl@gmail.com oportusopitz@ctrmax.c

INTRODUCCIÓN

El consumo de agua en las lecherías es cada vez más delicado y conflictivo ya que mientras mayor sea el gasto el almacenamiento en los efluentes será un problema creciente. Las lecherías de Osorno deberían ser eficientes en el buen uso del agua. Este estudio tratará de comprobar esta hipótesis e introducir mejoras en el sistema de ser así necesario.

MATERIAL Y METODOS

El estudio fue realizado en 37 lecherías de la región de Los Lagos (PDP Nestlé) durante el año 2014 y en cada una de ellas. La ejecución consistió en medir todos los caudales, presión, tiempo y rutinas de lavado. Los datos son analizados por estadística descriptiva obteniendo promedios, rangos y regresiones.

RESULTADOS Y DISCUSION

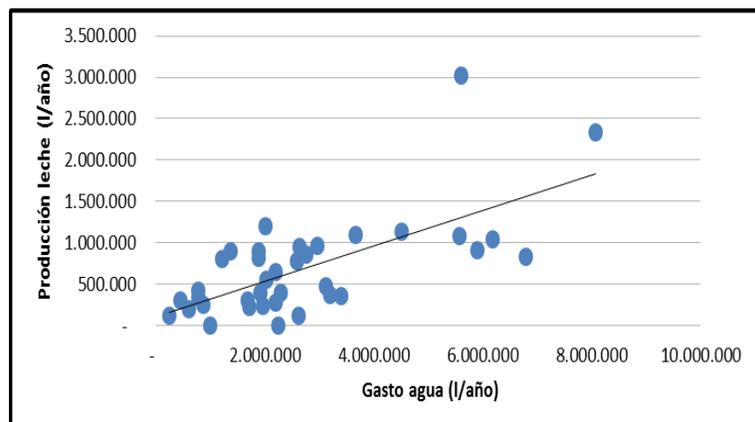
Los resultados promedio de gasto de agua por litro de leche producido, es excesivo en la provincia de Osorno según recomendaciones internacionales que debiera ser alrededor de 2 litros de agua por litro de leche producido. El promedio anual para Osorno es de 2.727.709 litros. El gasto diario por vaca fue de 69 L y el gasto por metro cuadrado de patios es 17.8 L.

CUADRO 1. Resumen de gastos de agua en lecherías de la provincia de Osorno.

Datos	Gasto de agua por litro de leche			Gasto agua (l / día)		
	Agua Anual (L)	Leche Anual (L)	Agua (L) / Leche (L)	Vaca ordeña	m ²	U Ordeña
Promedio	2.727.709	693.340	5,63	69	17,8	46
Mínima	238.491	-	1,40	12	0	15
Máxima	8.071.935	3.019.000	21,90	151	130	104

En la Figura 1, se observa una clara tendencia en que a mayor producción de leche hay un mayor gasto de agua en el período de un año.

FIGURA 1. Gasto de agua (l/año), según producción de leche (L/año), en lecherías de la provincia Osorno.





En la figura 2, se observa que los pisos del patio de espera es el lugar donde más agua se gasta, seguido por pozo de ordeño y lavado de estanque.

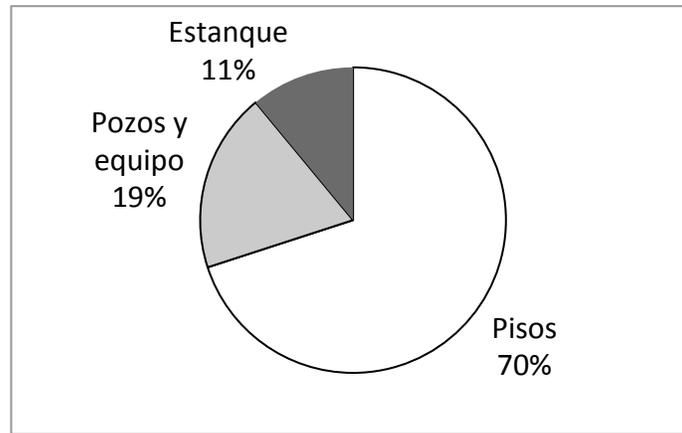


FIGURA 2. Gasto promedio de agua (l/año) producido en el lavado de pozo de ordeño, patio espera y lavado de estanque, en lecherías de la provincia de Osorno.

CONCLUSIONES

Se encontró un gasto excesivo de agua en las lecherías. Se debe poner atención en el gasto de agua en el patio de espera. Hay varias medidas a tomar entre las cuales el reciclaje de aguas “grises” o “verdes” son importantes alternativas.

REFERENCIAS

- IRAMAIN, M., NOSETTI, L., HERRERO, M., MALDONADO, V., FLORES, M.
2010. Evaluación del uso y manejo del agua en establecimientos de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires, Pag. 1-6-7.
- RIOS, F, 2010, Prospección del consumo de agua en los procesos de ordeña en la Región de los Ríos y de Los Lagos. Instituto profesional agrario Adolfo Matthei.
- SALAZAR, F., (2012). Manual de manejo y utilización de purines de lechería. Donde y cuanto purín se produce en un predio. Muestreo y caracterización de purines de lecherías. Pág. 10-11-12-14-19.
- SALAZAR, F., (2013). Boletín Tecnoláctea. Consocio lechero.



EVOLUCIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LECHERÍAS EN LA ZONA DE OSORNO DE LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA BAJO UN SISTEMA DE GRUPOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA (GTT)

Evolution of Dairy Production Parameters In Family Farming Group Under A System Technology Transfer (GTT) in Osorno.

¹J. C. Dumont L, ²I. A. Schürmann G

¹ Consultor Independiente, Osorno. jcdumontl@gmail.com;

² Fundación Adolfo Matthei, Osorno. ivan.sch.g@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El sistema de Grupo de Transferencia Tecnológica (GTT), ha sido llevado con mucho éxito durante más de 30 años en la zona, Lanuza 2009; Lanuza 2012), pero con grupos de lecheros medianos, sin embargo, la Agricultura Familiar Campesina (AFC), relacionada a INDAP, no ha tenido igual oportunidad de contar con este sistema de capacitación (difusión), en forma permanente, sino que ha sido por proyectos específicos (Lanuza *et. al.*, 2011). El objetivo de este trabajo, es estudiar y definir parámetros técnicos de un grupo de lecherías pertenecientes a un Grupo de Transferencia Tecnológica (GTT) de la AFC, para explicar la evolución que han tenido durante los años 2011 a 2014.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en lecherías de la provincia de Osorno, utilizando los antecedentes de 8 predios lecheros involucrados en el sistema de Grupo de Transferencia Tecnológica (GTT). Se midió la evolución de los siguientes parámetros: a) Producción láctea anual producida; b) Producción láctea vaca masa/lactancia; c) Producción de leche/ha/año; d) Promedio de vacas/ha. La metodología de este trabajo se inició en el año 2011 con reuniones mensuales en cada predio de los agricultores, haciendo cada mes una visita a un predio diferente. Las mediciones se realizaron mensualmente con visitas a terreno y entrevistas con los agricultores. Se analizaron estadísticas descriptivas, junto con datos cuantitativos, tales como, media, rangos, desviaciones típicas y otros indicadores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- a) Como se observa en la figura 1, la producción por vaca masa aumento desde 4.600 litros a 5.400 litros.

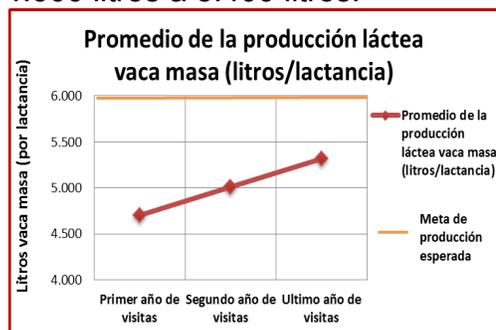


Figura 1. Aumento en producción por vaca.

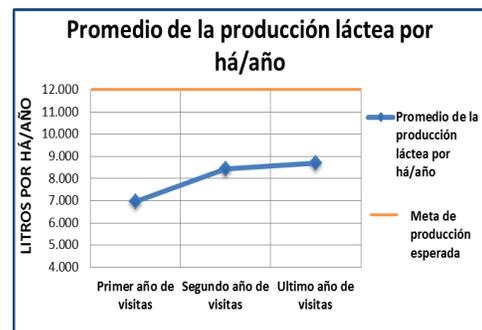


Figura 2. Producción de leche/ha/año



b) Producción láctea por hectárea. Se logró aumentar desde 7.000 a 8.800 litros (Figura 2.) Cabe mencionar que hubo un productor que superó los 14.000 litros/ha/año y 3 que estuvieron cerca de lograr los 12.000 litros/há/año.

c) Carga animal. La carga de vacas por há se inicio con 1,5 vacas superando las dos vacas/ha al tercer año y en algunos predios, sobrepasando incluso, la carga factible.(Figura 3).

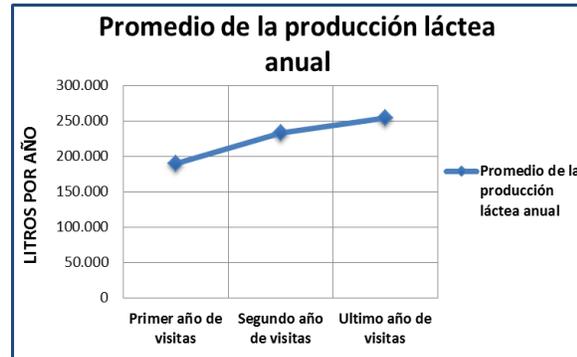
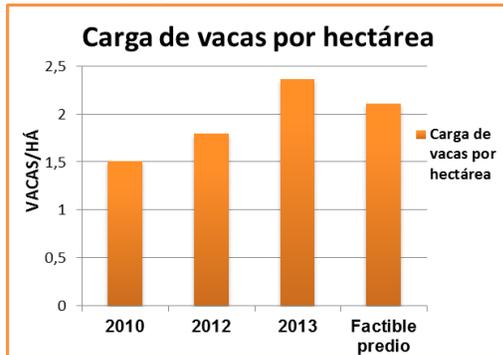


Figura 3. Evolución de la carga animal Figura 4. Evolución de la producción anual de leche

Producción total de leche. EL aumento de los parámetros anteriores, dio como resultado que la leche total entregada también tuviera una evolución positiva como se muestra en la Figura 4.

CONCLUSIONES

1. El sistema de transferencia de tecnología GTT, resulto en una excelente metodología para ser aplicada en la agricultura familiar campesina Figura 4. Evolución de la producción anual de leche.
2. En estos 3 años se logró aumentar la entrega de leche de cada predio, así como la producción de vaca masa por hectárea y la carga animal.
3. Se concluye que se debería implementar este sistema en predios de la AFC

REFERENCIAS

- LANUZA, F. "Grupo de transferencia tecnológica "Coyam".producción de leche y adopción tecnológica después de cinco años. 2009". Libro de Resúmenes XXXIV. Congreso Anual SOCHIPA A. G. Pucón, Chile Octubre: 177-178
- LANUZA, F. 2010. Revista DLECHE, Año 5 N°29:p.30-34.
- LANUZA, F., SIEBALD, E., TEUBER, N., DUMONT, J.C., DE LA BARRA, R., URIBE.H., 2011. "Resultados de la aplicación de la metodología de los grupos de transferencia tecnológica (GTT) en la agricultura familiar campesina (AFC) en las regiones de Los Lagos y Los Ríos: GTT Ganaderos. "XXXVI Congreso Anual de SOCHIPA. Libro de Resúmenes, p.285-286. Noviembre 9-11, 2011, Pta. Arenas
- LANUZA. F. 2012. "Producción de leche en tres grupos de transferencia tecnológica de la agricultura familiar campesina, posterior a su coordinación". XXXVII Congreso Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). Libro de Resúmenes, p.233-234. Octubre 24 – 26, 2012, Termas de Catillo.



EFICIENCIA EN EL USO DE AGUA EN LECHERIAS DE LLANQUIHUE.

Water use efficiency in dairy farms of Llanquihue.

¹ L.Oportus, ²JC.Dumont

¹Cooprinsem; Los Angeles. oportusopitz@ctrmax.cl,

²Consultor independiente, jcdumontl@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El uso eficiente de agua las lecherías es cada vez una necesidad imperiosa ya que mientras mayor sea el gasto el almacenamiento en los efluentes será un problema creciente. Las lecherías de Llanquihue deberían ser racionales en el buen uso del agua. Este estudio tratara de probar esta teoría e introducir mejoras en el sistema de ser así necesario.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en 36 lecherías de la Región de Los Lagos (PDP Nestlé), durante el año 2014. En cada una de ellas, se midieron los gastos de agua en todos los procesos de limpieza . utilizando cronómetros, medición de caudales, presiones de agua. Los datos son analizados por estadística descriptiva obteniendo promedios, rangos y regresiones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que el gasto promedio es superior a los reportados en la literatura y según recomendaciones internacionales. que debiera ser alrededor de 2 litros de agua por litro de leche producido. (Iramain *et al*, 2010).

El promedio anual de gasto de agua para Llanquihue es de 1.574.825 litros. El gasto agua diario por vaca 46 litros. El gasto de agua para lavado de patios es de 8,1 litros por metro cuadrado lo que supera a los registrados en la zona sur. (Ríos, 2010).

CUADRO 1. Resumen de consumos de agua en lecherías de la provincia de Llanquihue

Datos	Gasto de agua por litro de leche			Gasto agua (l / día)		
	Agua Anual (l)	Leche Anual (l)	Agua (l) / Leche (l)	Vaca ordeña	m ²	U Ordeña
Promedio	1.574.825	696.255	2,84	46	8,1	47
Mínima	119.388	97.000	0,61	12	-	-
Máxima	8.835.920	4.000.000	11,83	131	45,8	99

La figura 1, muestra una directa proporción entre producción de leche y consumo de agua en el período de estudio.

Como se observa en la figura 2, el mayor gasto de agua está en el lavado de los patios de espera con un 55% seguido por pozo de ordeño y lavado de estanque

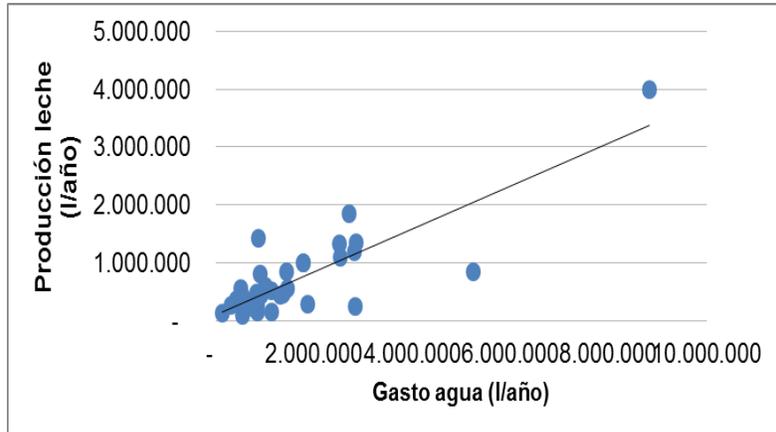


FIGURA 1. Gasto de agua (l/año), según producción de leche (l/año), en lecherías de la provincia de Llanquihue.

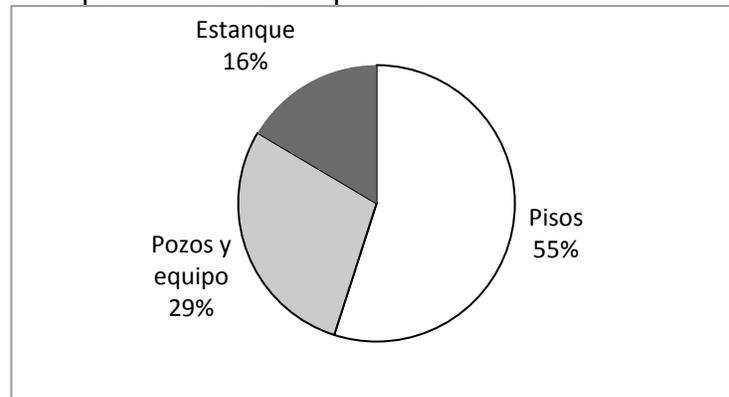


FIGURA 2. Gasto promedio de agua (l/año) producido en el lavado de pozo de ordeño, patio espera y lavado de estanque, en lecherías de la provincia de Llanquihue.

CONCLUSIÓN

Hay un exceso de gastos de agua provocado principalmente por el lavado de patios de espera. Además, hay una baja eficiencia ya que se utiliza más agua de lo necesario para lavar los pisos. Es necesario introducir medidas para ahorro de agua y mayor conciencia del uso de agua fresca.

Un importante alternativa es el reciclaje de aguas verdes y grises producidas en los procesos de ordeños y almacenamiento de purines..

REFERENCIAS

- IRAMAIN, M., NOSETTI, L., HERRERO, M., MALDONADO, V., FLORES, M.(2010). Evaluación del uso y manejo del agua en establecimientos de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Facultad de ciencias veterinarias, Universidad de Buenos Aires, pág. 1-6-7.
- RIOS, F, 2010, Prospección del consumo de agua en los procesos de ordeña en la Región de los Ríos y de Los Lagos. Tesis. 87 pp. Instituto Profesional Agrario Adolfo Matthei. Osorno.



CLASIFICACIÓN DE BALLICAS SEGÚN SU RESISTENCIA AL CORTE.

Classification Of Grasses According To Tensile Shear.

¹J. C. Dumont L. ²G. Molina W.

¹Consultor Independiente ²Instituto Adolfo Mattheil, Osorno.
gjmolinaWalburg@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La mayor resistencia al corte de las ballicas se relaciona con un mayor tiempo de retención en el rumen y con más “arranque” de plantas en la pradera (Thom *et al.*, 2003). No existen datos en la zona al respecto por lo que se ha considerado este estudio con algunas de las ballicas actualmente en uso comercial y hacer una clasificación de ellas y destacar la importancia que esto tiene en la elección de la variedad a utilizar en predios comerciales y poder incluir este parámetro en la selección de variedades.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en dependencias del Instituto Profesional Agrario Adolfo Matthei de Osorno, en el Campus El Castillo, Región de Los Lagos. Se siembran 8 ballicas (rotación, híbridas y perennes) en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cuando tenían altura de pastoreo, se seleccionaron solamente las segundas hojas confeccionando tres “ovillos” por parcela de 3 g cada uno por cultivar (Foto 1). Estos “ovillos” atados se cortaron en 3 partes mediante un dinamómetro facilitado por INIA Remehue (Stable Micro Systems modelo TA-XT2i texture Analyser), (Foto 2). Los cultivares seleccionados fueron: One50, Nui, Ultra, Revolution, Halo, Ohau, Tonyl y Sonik. Los resultados se sometieron a un análisis estadístico para determinar diferencias según Duncan (5%).



Foto 1. Ovillos para corte.



Foto 2. Dinamómetro

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación entre cultivares perennes. En la Figura 1, se observa que entre cultivares perennes hay algunas que resisten significativamente más que otras ($P \leq 5\%$). Por ejemplo One 50, Nui y Revolution tienen mayor resistencia al corte que Ultra y Halo.

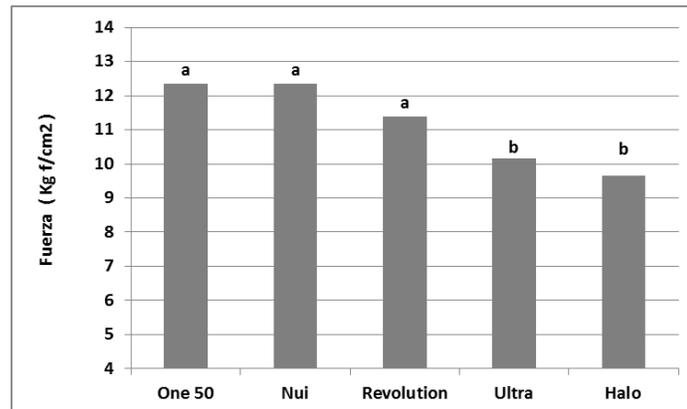


Figura 1.- Resistencia al corte de cultivares perennes.

Esto fue comprobado en Nueva Zelanda (Easton, 1989) para cultivares perennes. Además, se señala que esta característica depende también de la estación del año (Henry *et al.*, 2000). Así mismo, se presenta diferencia significativa ($P \leq 5\%$), entre cultivares perennes comparados con los de rotación. En la Figura 2, se observa que los cultivares perennes tienen mayor resistencia al corte que los cultivares de rotación.

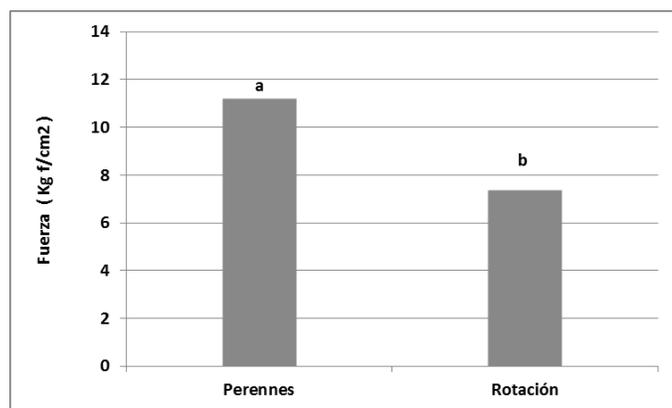


Figura 2. Resistencia de cultivares perennes y de rotación.

CONCLUSIONES.

- 1.- Hay significativas diferencias entre cultivares en su resistencia al corte, siendo los cultivares perennes los de mayor resistencia al corte.
- 2.- Esta característica puede tener implicancias importantes desde un punto de vista nutricional, de pastoreo y selección de cultivares.

REFERENCIAS

- EASTON. 1989. New Zealand Journal of Agricultural Research. 32 (1): 1-6.
- HENRY, D. SIMPSON, R. MACMILLAN, R. 2000. Australian Journal of Agricultural Research: 51:823-831.
- THOM, E., BURGGAR, U., WALTTS, R., HOOPER, J. 2003. New Zealand Journal of Agricultural Research 46(1): 15-25.

Los autores agradecen a INIA Remehue por el apoyo en este estudio.



ANÁLISIS DE LA PRESENCIA DE DNA LIBRE EN FLUIDO SINOVIAL DE VAQUILLAS CON POLISINOVITIS NEUTROFÍLICA ASÉPTICA

Analysis of the presence of free DNA in synovial fluid heifers with aseptic neutrophilic polysynovitis

A.I. Hidalgo^{1a}.R.A. Burgos^a

^aLaboratorio de Farmacología de la Inflamación, Instituto de Farmacología y Morfofisiología, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 1aihgvvet@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El fluido sinovial (FS) se caracteriza por ser transparente, incoloro, ausente de células. Otorga soporte físico y un medio de transporte de nutrientes a la articulación (Esmonde-White *et al.*, 2009; Courtney y Doherty, 2013). La polisinovitis neutrofilica aséptica es una inflamación de las articulaciones que se presenta en la acidosis ruminal aguda, enfermedad causada por una elevada ingesta de carbohidratos altamente fermentables (alimentos concentrados) (Kleen *et al.*, 2013; Danscher *et al.*, 2009). Es sabido que los neutrófilos liberan DNA extracelular y que se encuentra asociado a la respuesta inflamatoria aguda (Papayannopoulos y Zychlinsky, 2009). Hipótesis: los neutrófilos del fluido sinovial contribuyen en la respuesta inflamatoria a través de la liberación de DNA. Objetivo: caracterizar el fluido sinovial y evaluar la presencia de DNA.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron 3 vaquillas de entre 10 y 18 mes de edad, con peso entre 200 y 250 kg, de raza Holstein, clínicamente sanas. La acidosis ruminal aguda se indujo según el método de Danscher *et al.*, 2009 a través de la administración oral de una solución de oligofruktosa (13gr/Kg PV). Posteriormente se obtuvieron muestras de líquido ruminal a través de ruminocentesis para medir el pH ruminal y verificar el desarrollo de la acidosis ruminal. Se obtuvieron muestras de fluido sinovial a través de artrocentesis y fueron analizadas por inspección visual, cuantificación de proteínas totales (Método de Bradford), frotis celular (Kit de tinción Hemacolor Merk), tinción nuclear Picogreen (Thermo Fisher) para microscopía de fluorescencia y cuantificación de DNA por espectrofluorometría usando un lector automático (Varioskan Flash; Thermo Scientific).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Fig 1A se observa los rangos de pH del líquido ruminal lo que comprueba que los animales presentaron la enfermedad a las 9 hrs. Además se puede observar que el fluido sinovial de animales con sobrecarga de oligofruktosa (H0) muestra un color amarillento y pérdida de transparencia, comparado con la muestra tomada previo a la inducción (H24) de la acidosis ruminal aguda (Fig. 1B). Además, se observó un aumento de la concentración de proteínas totales (1C) y la presencia de abundantes neutrófilos, caracterizado por su morfología nuclear multilobulada (Figura 2). Finalmente se observó un aumento en la intensidad de fluorescencia del DNA



liberado por los neutrófilos en el fluido sinovial de animales inducidos con acidosis ruminal lo que podría sugerir la formación de trampas extracelulares de neutrófilos (NETs) en el fluido sinovial(1D).

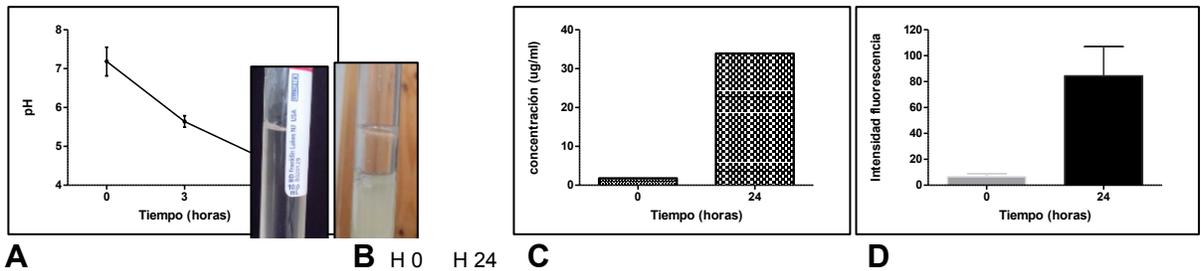


Figura 1: Caracterización del fluido sinovial antes (H0) y después (H24) de la inducción de acidosis ruminal aguda. **1A:** Rango de pH del líquido ruminal. **1B** Aspecto macroscópico del FS. **1C** Concentración de proteínas totales del FS. **1D:** Cuantificación de DNA libre del FS.

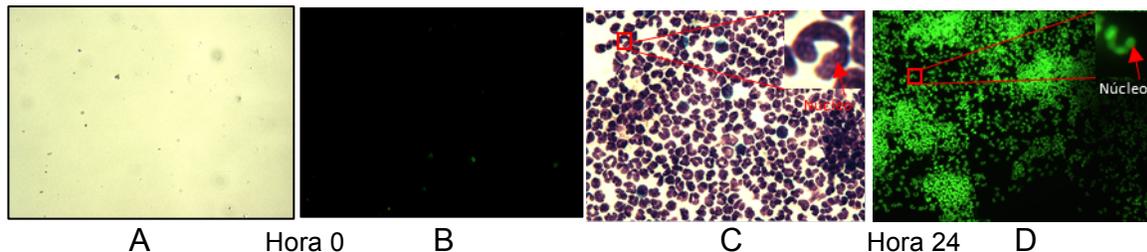


Figura 2. Frotis celular (A y C) y tinción de fluorescencia (B y D) para los neutrófilos del fluido sinovial antes (A y B) y después (C y D) de la inducción de acidosis ruminal aguda.

CONCLUSIONES

El fluido sinovial de vaquillas inducidas con acidosis ruminal aguda presenta abundantes neutrófilos que liberan DNA en la articulación lo cual podría contribuir en la sintomatología inflamatoria que se desarrolla en la polisinovitis, favoreciendo la presentación de cojeras.

REFERENCIAS

- Courtney P and Doherty M. Best Practice & Research Clinical Rheumatology 2013 (27):137–169
- Dansch A.M., Enemark J. M.D., Telezhenko E., Capion N., Ekstrom C.T., and Thoenfer M.B.. J. Dairy Sci. 2009. (92):607–616.
- Esmonde-White K.A, Mandair G.S, Raaii F, Jacobson J.A, Miller B.S, Urquhart A.G, Roessler B.J, and Morris M.D. J Biomed Opt. 2009 ; (14):034013
- Kleen J.L, Upgang L and Rehage J. Acta Veterinaria Scandinavica 2013.(55):48.
- Papayannopoulos V and Zychlinsky A. Trends in Immunology. 2009. (30):513-521.

Financiamiento: Proyecto FONDECYT N° 1151035.



ACTINOMICOSIS EN BOVINO: DESCRIPCIÓN DE UN CASO

Actinomycosis in cattle: description of a case

M Moroni¹, M Navarro², C Villagra³

¹Instituto de Patología Animal; ²Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias ³Estación Experimental Agropecuaria Austral, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile. manuelmoroni@uach.cl

INTRODUCCIÓN

La actinomicosis es un grupo de enfermedades bacterianas producida por agentes de género *Actinomyces*, la cual afecta a varias especies animales. En el bovino el cuadro típico corresponde a una infección del hueso de la mandíbula, causada por *Actinomyces bovis* (Jones *et al.*, 1997). Esta bacteria es un comensal de la región orofaríngea, la cual coloniza lesiones en la mucosa y genera infecciones periodontales, donde en la mayoría de los casos penetra al hueso y evoluciona con un aumento de volumen de una rama mandibular debido a una osteomielitis piogranulomatosa proliferativa. (Thompson 2007, Zachary 2012, Masand *et al.*, 2014). La actinomicosis mandibular es un hallazgo esporádico observado principalmente en bovinos jóvenes durante el período de cambio de las piezas dentales o por el consumo de alimentos duros o cuerpos extraños, produciendo problemas para alimentarse, generando una disminución progresiva de la condición corporal, llevándolo a la muerte en casos severos (Blood *et al.*, 1992). El objetivo de este trabajo es describir un caso de osteomielitis mandibular por *Actinomyces bovis* en una vaquilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

El día 26 de mayo de 2015 se recibió en el Instituto de Patología Animal de la Universidad Austral de Chile, una vaquilla de raza Holstein Frisean, de aprox. 1 año de edad, proveniente de Fundo Santa Rosa de la UACH. Este animal presentaba una masa nodular pseudolobulada, a nivel de la región submandibular izquierda, la cual protruía a través de la piel. La lesión presentaba una evolución de aprox. 3 meses, generando salivación profusa, dificultad para alimentarse y pérdida progresiva de condición corporal. Debido al mal estado general, nula respuesta a los tratamientos y pronóstico desfavorable se decide la eutanasia de esta vaquilla para proceder con una necropsia completa, exámenes histopatológicos y bacteriológicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hallazgos anatómopatológicos: A nivel de la zona mandibular izquierda se encuentra masa de aspecto tumoral pseudolobulada, con superficie hiperémica y presencia de exudado periférico blanquecino de aprox. 15 cm de diámetro, la cual protruía a través de la piel desde el borde ventral de la rama mandibular izquierda. La porción ósea de la mandíbula afectada, se encontraba muy aumentada de tamaño, llegando a aprox. 4 veces el tamaño normal, con múltiples trabéculas óseas y cavidades llenas de tejido de aspecto necrótico con salida de exudado caseoso granular multifocal. Además ulceración de la mucosa gingival periférico a los molares, con protrusión de tejido proliferativo bilateral.

Por otra parte mala condición corporal (1,5 / 5) y signos de deshidratación.



Hallazgos histopatológicos: El examen histológico del tejido tumoral con tinción de Hematoxilina-Eosina, permitió observar múltiples granulomas con colonias bacterianas centrales rodeadas por material intensamente eosinofílico amorfo con bordes irregulares de disposición radial y estrellado (reacción de Splendore-Hoeppli). Además, macrófagos y células gigantes con presencia de gran cantidad de neutrófilos. Las múltiples lesiones granulomatosas se encuentran rodeadas por abundante tejido fibroblástico, el cual se extiende entre trabéculas óseas con signos de necrosis.

Exámenes bacteriológicos: En los cultivos del tejido inflamatorio de la mandíbula se identificaron *Actinomyces bovis* y *Escherichia coli*. Las lesiones macroscópicas en la mandíbula afectada por *Actinomyces bovis* son bastante características, lo que permite sospechar inmediatamente de un cuadro de actinomicosis. Sin embargo, es necesario realizar análisis complementarios como histopatología y cultivos bacteriológicos para descartar otras lesiones de tipo neoplásico o infecciones por otras bacterias u hongos. Por lo general se trata de un hallazgo individual, que rápidamente es sacado del rebaño y enviado a planta faenadora, pero es un antecedente para corregir alimentación y realizar chequeo periódico en el rebaño por la presencia de nuevos casos, los cuales podrían ser tratados con antibióticos tempranamente.

CONCLUSIONES

Los hallazgos anatomopatológicos, histopatológicos y bacteriológicos, permiten concluir que esta vaquilla presentó un cuadro de actinomicosis mandibular por *Actinomyces bovis*.

REFERENCIAS

- Blood DC, Radostits OM, Arundel JH, Gay CC, Enfermedades causadas por bacterias. In: Medicina Veterinaria, Interamericana SA, Atlampa, Mexico, 1992, 786-787.
- Jones TC, Hunt RD, King NW, Diseases caused by bacteria. In: Veterinary Pathology, Williams and Wilkins, Baltimore, MA, United States, 1997, 482-484.
- Masand A, Kumar N, Patial V. Comparative Clinical Pathology, 2015, 24, 541-543.
- Thompson K, Bones and joints. In: Pathology of Domestic Animals, M. Grant Maxie, Saunders Ltd, Toronto, Canada, 2007, 98-99.
- Zachary JF, Mechanisms of Microbial Infections. In: Pathologic Basic of Veterinary Disease, Mosby, Elsevier Inc., St. Louis, Missouri, United States, 2012, 196.



RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA DE *FASCIOLA HEPÁTICA* A TRICLABENDAZOL EN BOVINOS DE LA PROVINCIA DE ÑUBLE, REGIÓN DEL BÍO-BÍO, CHILE

Anthelmintic resistance of *Fasciola hepatica* to triclabendazole in cattle from Ñuble Province, Bío-Bío Region, Chile

J.F. Romero¹, C. Villaguala², C. Landaeta-Aqueveque², F. Quiroz¹, R. Pérez¹.

1. Laboratorio de Farmacología, Departamento de Ciencias Clínicas, 2. Laboratorio de Enfermedades Parasitarias, Departamento de Patología y Medicina Preventiva, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. rubperez@udec.cl.

INTRODUCCION

Fasciola hepatica es uno de los parásitos helmintos más frecuentes que afectan al ganado, siendo el tratamiento con fasciolicidas la práctica más común empleada para el control de la enfermedad (Alcaíno y Apt, 1989). Triclabendazol (TCBZ) constituye el fármaco de elección para el control y tratamiento de infecciones por *F. hepatica* en bovinos. Debido a la limitada variedad de fasciolicidas y la falta de control de eficacia en los tratamientos, han surgido poblaciones de parásitos resistentes a este antihelmíntico (Brockwell *et al.*, 2013). El uso indiscriminado de TCBZ en nuestro país, permite plantear la hipótesis de que existe una pérdida significativa de eficacia a este antihelmíntico. El objetivo fue determinar, mediante la reducción del recuento fecal de huevos (FCRT), si existe resistencia de *F. hepatica* al antihelmíntico TCBZ en bovinos.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en los meses de Agosto y Septiembre de 2015 en un predio lechero ubicado en la provincia de Ñuble, Región del Bío-Bío, Chile. Se seleccionaron 39 bovinos de distintas edades con recuentos positivos a *F. hepatica*. Éstos fueron distribuidos al azar en 3 grupos: Grupo 1 (control, n=10) sin tratamiento fasciolicida. Grupo 2 (n=14) animales tratados con 12 mg/kg de TCBZ (Faxicur[®], solución al 10%,) vía oral. Grupo 3 (n=15) tratados con 24mg/kg de TCBZ vía oral. De cada animal se obtuvieron muestras fecales 7 días antes y a los 14 y 28 días posteriores al tratamiento. A cada muestra se le realizó examen coproparasitario para determinar el recuento de huevos de *F. hepática* mediante la técnica de AMS III (Chang, s/f), la cual presenta una mayor sensibilidad entregando mayores recuentos fecales de huevos de *F. hepática* en comparación a la técnica de sedimentación tradicional, lo que permite una mejor comparación de los porcentajes de eficacia. La eficacia del antihelmíntico se determinó a partir de la fórmula: $FCRT = 100 \times (1 - T_x/T_0)$, donde: T_x = promedio de hpg en los 14 o 28 días y T_0 = promedio de hpg en el día 0. Los promedios de recuentos de huevos fueron normalizados por transformación logarítmica y se compararon mediante análisis de varianza asociado a la prueba de comparaciones múltiples de Student-Newman-Keuls.



RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 se muestran los promedios de huevos de *F. hepatica* obtenidos en los diferentes grupos de animales, donde se observa que no existen diferencias significativas entre los grupos tratados y el grupo control. Se observa además que los animales permanecieron positivos a los 14 y 28 días de muestreo post tratamiento.

Cuadro 1. Promedio de recuento de huevos de *F. hepatica* por gramo de heces en bovinos antes y después del tratamiento con TCBZ.

Tiempo (Días)	Grupo Control (hpg)	Positivos <i>F. hepatica</i> (%)	Grupo TCBZ 12 mg/kg (hpg)	Positivos <i>F. hepatica</i> (%)	Grupo TCBZ 24 mg/kg (hpg)	Positivos <i>F. hepatica</i> %
-7	35,1 ± 42,8a*	100	39,6 ± 39,9a	100	32,5 ± 29,0a	100
14	23,1 ± 27,0a	100	19,5 ± 14,2a	100	25,4 ± 15,0a	100
28	18,6 ± 18,5a	100	23,6 ± 24,4a	100	22,9 ± 19,6a	100

*a: letras minúsculas iguales indican que no existen diferencias significativas

En el cuadro 2 se muestran los porcentajes de eficacia de TCBZ en los grupos tratados, donde se observan que los porcentajes de eficacia fueron iguales o inferiores al 50%, resultados que son similares a los descritos en Argentina por Olaechea *et al.*

Cuadro 2. Eficacia de TCBZ contra *F. hepatica* a los 14 y 28 días post tratamiento.

Tiempo (Días)	Grupo TCBZ 12mg/kg % Eficacia	Grupo TCBZ 24mg/kg % Eficacia
14	50,7	21,3
28	23,6	29,5

CONCLUSIONES

Considerando que en los animales tratados con dosis de 12 y 24 mg/kg de TCBZ la disminución del recuento fecal de huevos de *F. hepatica* fue igual o inferior al 50%, sumado al hecho de que el 100% de animales permanecieron positivos, incluso con el doble de la dosis recomendada, se concluye que existe un alto grado de resistencia a este antihelmíntico. Teniendo en cuenta la importancia económica de la fasciolosis como enfermedad endémica en el país, se necesitan estudios adicionales para conocer el real estado de la resistencia a fármacos fasciolicidas.

REFERENCIAS

- Alcaíno H, Apt W. 1989. *Monografías de Medicina Veterinaria* 11(1): 14-29.
- Brockwell Y, *et al.* 2013. *Int J Parasitol* 4, 48-54.
- Chang M. (Sin fecha). Evaluación de la técnica AMSIII contra la técnica tradicional de Dennis para el diagnóstico de distomatosis hepática en ovinos. Tesis de Médico Veterinario, Universidad de San Carlos de Guatemala
- Olaechea F. *et al.* 2011. *Vet Parasitol* 178, 364-366.

Agradecimientos: Financiado parcialmente por Proyecto **FONDECYT 1130473**. CONICYT.



MODIFICACIONES FARMACOCINETICAS Y EN LA DISTRIBUCION TISULAR DE FLORFENICOL DURANTE LA RESPUESTA INFLAMATORIA INDUCIDA POR EL LIPOPOLISACARIDO DE *Escherichia coli*, EN OVINOS

Pharmacokinetics modifications and in tissue distribution of florfenicol during the inflammatory response induced by the lipopolysaccharide of *E. coli*, in sheep.

R Pérez¹, V Cazanga¹, C. Palma¹, P Silva¹, J Riquelme¹, F Quiroz¹, JA Jeldres¹, MD Carretta², RA Burgos²

¹ Laboratorio de Farmacología, Departamento de Ciencias Clínicas, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chillán, Chile. rubperez@udec.cl

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

INTRODUCCION.

En medicina clínica existen numerosos ejemplos que demuestran una disminución en la capacidad del organismo de tolerar los fármacos durante la infección o enfermedades que involucran un componente inflamatorio (Renton, 2001), afectando los procesos de absorción, distribución, metabolismo y excreción de fármacos. El lipopolisacárido (LPS) es el mayor componente de la pared de bacterias Gram negativas que participa en la activación de la respuesta inmune. Por su similitud con la reacción producida por la infección se utiliza como modelo de inflamación producida por bacterias Gram negativas (Elmas *et al.*, 2008). El objetivo fue determinar los efectos de la respuesta inflamatoria aguda (APR) inducida por LPS de *E. coli* sobre concentraciones plasmáticas y distribución tisular de florfenicol (FFC) en ovinos.

MATERIALES Y METODOS.

Diez ovinos Suffolk Down de 1,4 años de edad y $60,5 \pm 4,7$ kg, clínicamente sanos. Pares de ovinos similares en peso corporal (pc) fueron asignados a los grupos experimentales: Grupo 1 (LPS) tratado con tres dosis IV de 1 ug de LPS de *E. coli*/kg previo a la inyección de FFC. Grupo 2 (Control) tratado con volumen equivalente de solución salina (SS) a intervalos similares al grupo LPS. 24 h después de la primera inyección de LPS o SS se administró una dosis intramuscular de 20 mg de FFC/ kg pc. Muestras de sangre (5 ml) se extrajeron previo a la administración de FFC y en diferentes tiempos entre 0,25 y 4,0 h postratamiento. A las 4 h post-tratamiento los animales fueron eutanasiados con T-61 previa sedación con 0,5 mg/kg de xilacina. Se extrajeron muestras de hígado, riñón, músculo, bazo, pulmón y cerebro las que fueron congeladas a -20°C hasta su análisis. Las concentraciones plasmáticas y tisulares de FFC se determinaron por cromatografía líquida. Los datos se analizaron utilizando un modelo farmacocinético no compartimental y se compararon mediante la prueba de Students.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las ovejas tratadas con LPS de *E.coli* los promedios de concentración máxima (Cmax: $7,62 \pm 0,74 \mu\text{g/mL}$) y AUC_{0-4h} ($21,8 \pm 2,0 \mu\text{g}\cdot\text{h/mL}$) de FFC fueron mayores ($P < 0,05$) que los observados en ovejas Control ($5,43 \pm 1,72 \mu\text{g/mL}$ y $13,9 \pm 3,3 \mu\text{g}\cdot\text{h/mL}$, respectivamente). En La Fig. 1 se muestran las concentraciones de FFC observadas en los tejidos de los animales control y tratados con LPS. En el Grupo Control las mayores concentraciones de FFC se observan en el riñón, seguido de músculo, bazo, pulmón, cerebro e hígado. En los animales tratados con LPS se observaron aumentos significativos ($P < 0,05$) de las concentraciones de FFC en riñón, bazo y cerebro (Fig. 1).

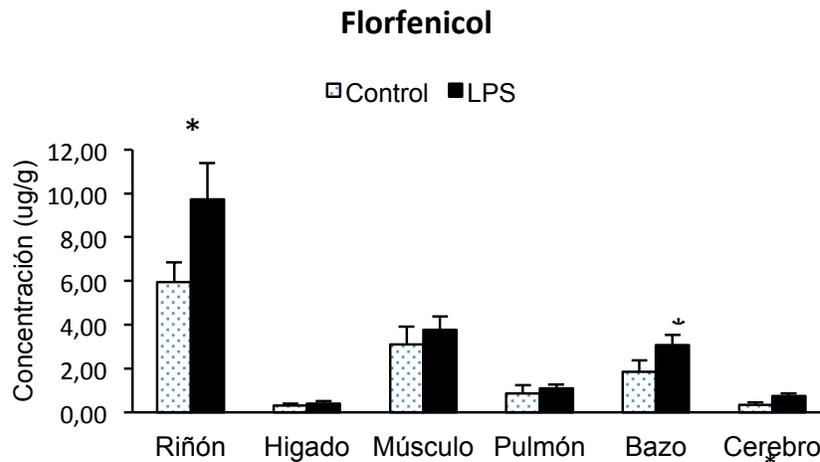


Figura 1. Concentraciones de florfenicol en tejidos ovinos control y tratados con 3 dosis lipopolisacárido de *E. coli* (LPS).

Según los resultados obtenidos la administración de LPS produjo un aumento significativo de la concentración de FFC en el riñón. Se ha demostrado que durante la infección o luego de la inyección de LPS de *E. coli* se producen en el riñón cambios funcionales importantes que llevan a una disminución del flujo sanguíneo renal y en la filtración glomerular (Kang et al, 1995). Estos cambios tienen efectos importantes sobre la secreción y reabsorción tubular de fármacos que se excretan por esta vía (Baggot, 2001). Teniendo en cuenta que la excreción renal representa la principal vía de eliminación del FFC, se concluye que el aumento de las concentraciones sanguíneas de antibiótico observadas en los ovinos tratados con LPS de *E. coli* se debe a una disminución de la eliminación y a la acumulación del antibiótico en el tejido renal.

REFERENCIAS.

Renton, K.W. 2001. *Pharmacol & Therap.* 9, 147-163.

Elmas, M. et al. 2008. *Vet Journal*, 177: 418-424.

Kang, Y-H et al. 1995. *Shock*, 4, 441-449.

Baggot, J.D. 2001. *The Physiological Basis of Veterinary Clinical Pharmacology.* pp. 92-135. Wiley-Blackwell, Oxford.

Agradecimientos: Trabajo financiado por Proyecto FONDECYT 1130473 - CONICYT-Chile.



SCHWANNOMA CARDIACO EN VACA: DESCRIPCIÓN DE UN CASO

Cardiac schwannoma in cow: description of a case

M Moroni, J Gatica

Instituto de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile. manuelmoroni@uach.cl

INTRODUCCIÓN

El schwannoma corresponde a una neoplasia benigna que afecta a las células de Schwann, las que son responsables de la producción de la vaina de mielina de los nervios periféricos (Goldschmidt y Hendrick, 2002). En bovinos es usualmente encontrado como un hallazgo esporádico en planta faenadora o necropsia, especialmente asociado al plexo braquial, nervios intercostales, corazón y de muy escasa presentación a nivel de la piel (Beytut 2006; Ahmadi *et al.*, 2012). La presentación más común corresponde a estructuras nodulares únicas o múltiples en el centro o a nivel de la raíz del nervio, las cuales pueden ser firmes o gelatinosas de colores blanquecinos, amarillentos o grisáceos (Zachary, 2012). El objetivo de este trabajo es describir el hallazgo de schwannoma en el corazón de una vaca la cual fue decomisada por cisticercosis en una planta faenadora.

MATERIAL Y MÉTODOS

El día 17 de agosto de 2015 se recibió en el Instituto de Patología Animal de la Universidad Austral de Chile, un corazón de una vaca Frisón negro, adulta, proveniente de una planta faenadora de carnes. El criterio establecido para el decomiso fue la presencia de más de 4 lesiones compatibles con cisticercosis. Se realizó examen macroscópico de la víscera y se recolectaron muestras de miocardio con lesiones en formalina tamponada al 10% para análisis histopatológico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hallazgos anatómopatológicos: A nivel de la musculatura del atrio derecho, se visualizan 3 nódulos aislados, de entre 0,5 a 1 cm de diámetro, de color blanquecino amarillento, los cuales presentaban una consistencia firme, superficie de corte homogénea y ausencia de cavidad central.

Hallazgos histopatológicos: El examen histológico de las lesiones nodulares localizadas en el atrio con tinción de Hematoxilina-Eosina, permitió observar grupos de células alargadas y fusiformes dispuestas en empalizada y ovillos. Las células presentaban citoplasma alargado a poligonal distribuidas en una matriz fibrilar de características mucinosas.

Uno de los diagnósticos diferenciales para el *Cysticercus bovis*, es el schwannoma, debido a que su aspecto macroscópico es similar y puede ser un hallazgo durante la inspección asociado tanto a la musculatura esquelética como cardíaca, llevando a errores en el diagnóstico generando decomisos incorrectos (Scandrett, 2007). En casos como estos, es necesario establecer técnicas complementarias en las plantas faenadoras como análisis histológicos u otros, para lograr establecer diagnósticos certeros y así no generar pérdidas económicas por decomisos incorrectos.



CONCLUSIONES

Los hallazgos histopatológicos, permiten concluir que las lesiones nodulares cardiacas que presentaba el corazón de esta vaca correspondían a un schwannoma.

REFERENCIAS

- Ahmadi N, Oryan A, Ghane M, Daneshbod Y. Brazilian Journal of Veterinary Pathology, 2012, 5, 81-85.
- Beytut E. Journal of Comparative Pathology, 2006, 134, 260-265.
- Goldschmidt MH, Hendrick MJ, Tumors of the skin and soft tissues. In: Tumors in Domestic Animals, Blackwell Publishing Company, Ames, Iowa, United States, 2002, 95.
- Scandrett WB. 2007. Improved postmortem diagnosis of Taenia saginata cysticercosis. Doctoral thesis, Department of Veterinary Microbiology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada.
- Zachary JF, Nervous System. In: Pathologic Basic of Veterinary Disease, Mosby, Elsevier Inc., St. Louis, Missouri, United States, 2012, 867-868.



ENSAYO DE CAMPO PARA DETERMINAR LA EFICACIA DE UNA NUEVA VACUNA ANTI *Staphylococcus aureus* (Masti Vac[®]) PARA EL CONTROL DE MASTITIS BOVINA

Field trial to determine the efficacy of a new vaccine anti *Staphylococcus aureus* (Masti Vac[®]) to control bovine mastitis

A.Mella^{1,2}, F.Ulloa¹, N.Olivares¹, I.Valdés³, A.Ceballos⁴, J.Kruze¹

¹Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias; ² Programa de Doctorado en Ciencias Veterinarias, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; ³Veterquímica SA, Santiago, Chile; ⁴Departamento de Ciencias Agrarias, Universidad de Caldas, Manizales, Caldas, Colombia.

(arminmella@uach.cl)

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales agentes infecciosos de la mastitis en Chile es *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*), patógeno muy contagioso y muy difícil de controlar con las medidas convencionales de higiene durante la ordeña, responsable de más del 50% de todos los casos de mastitis en los rebaños lecheros del sur de Chile (Kruze *et al* 2012). En los últimos años se ha introducido una nueva herramienta de control de mastitis como es la inmunización, en particular contra *S.aureus*. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de una nueva vacuna (Masti-Vac) para el control de mastitis causada por *S.aureus*. La vacuna fue elaborada con cepas autóctonas aisladas de casos de mastitis en Chile por investigadores de la empresa farmacéutica nacional Veterquímica S.A.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo de campo fue realizado en la estación experimental fundo Santa Rosa de la UACH, entre junio 2014 y abril 2015. Al inicio del ensayo el predio presentaba una alta prevalencia de infecciones intramamarias provocadas por *S.aureus*. La evaluación de la vacuna se realizó mediante un ensayo doble ciego, utilizando un total de 73 animales (48 vacas y 33 vaquillas). Los animales fueron distribuidos de forma aleatoria en tres grupos experimentales:

- grupo inmunizado con Masti-Vac con dosis baja: 9 vaquillas y 16 vacas (total 25)
- grupo inmunizado con Masti-Vac con dosis alta: 9 vaquillas y 13 vacas (total 22)
- grupo control no inmunizado: 10 vaquillas y 16 vacas (total 26)

Los animales de los grupos experimentales fueron inmunizados por vía intramuscular (grupa) con 4 dosis de 2 mL cada una de la correspondiente formulación de la vacuna Masti-Vac (dosis baja y dosis alta). La primera dosis se aplicó 45 días antes del parto, la segunda dosis 15 (+/- 5) días antes del parto, la tercera dosis 15 (+/- 5) días después del parto y, finalmente, la cuarta dosis fue aplicada 30 (+/-5) días post parto. La evaluación del ensayo se realizó durante un período de 6 meses a contar de la fecha de parto de cada animal y se realizó mediante parámetros clínicos (signos clínicos evidentes de mastitis), recuento de células somáticas (RCS) en la leche, recuento bacteriano de *Staph.aureus*, títulos séricos de anticuerpos anti-*Staph.aureus*, y producción diaria de leche. Para el análisis de los datos se emplearon modelos de regresión mixtos utilizando el programa Stata.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluó la incidencia de casos clínicos de mastitis en los tres grupos experimentales durante los 6 meses de evaluación. Durante este período se diagnosticaron 11 casos clínicos, los cuales fueron causados por tres especies diferentes de patógenos mamarios: *S.aureus*, *Strep.uberis*, y *Strep.dysgalactiae*. El patógeno aislado con mayor frecuencia correspondió a *S.aureus* (5 casos), en su mayoría aislados de animales del grupo control (3 casos) y los restantes 2 de animales del grupo vacunado con dosis alta. Estos resultados permiten concluir que la vacunación con Masti-Vac tuvo un efecto protector de la glándula mamaria contra la infección natural por *S.aureus*, especialmente en el grupo de animales vacunados con dosis baja. Los análisis estadísticos de los resultados del RCS en las vacas de los tres grupos experimentales demostraron que hubo diferencia estadística significativa a favor de los grupos vacunados respecto al grupo control en la interacción tiempo y tratamiento ($p < 0.001$). Además es posible observar una clara tendencia a la disminución de los recuentos celulares de los grupos vacunados, especialmente del grupo vacunado con dosis baja en los primeros tres meses de la lactancia. Por otro lado, los análisis estadísticos de los resultados del recuento celular en las vaquillas de los tres grupos experimentales también demostraron que hubo diferencia significativa a favor de los grupos vacunados respecto al grupo control en la interacción tiempo y tratamiento ($p < 0.001$). Por el contrario, el grupo control partió con recuentos celulares inferiores a los grupos vacunados y tuvo una tendencia al alza hasta los primeros tres meses de la lactancia. Esto podría sugerir un efecto positivo de la vacuna sólo en los primeros tres meses de la lactancia. Los títulos séricos de anticuerpos anti-*S.aureus* aumentaron después de cada inmunización en los dos grupos vacunados, siendo los animales del grupo vacunado con dosis baja los que presentaron los títulos más altos, especialmente después de la 3ª y 4ª inmunización, los análisis estadísticos demostraron que hubo diferencia significativa a favor de los animales de los grupos vacunados respecto a los animales controles no vacunados ($p < 0.05$). Por otro lado, los análisis estadísticos demostraron que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos vacunados respecto del grupo control en relación a los recuentos bacterianos y a la producción diaria de leche ($p > 0.05$). Finalmente, la eficacia de la vacuna correspondió a un 46,6%, lo cual es categorizado como “bueno”.

CONCLUSIONES

La vacunación tiene un efecto sobre la reducción de los RCS, aunque el efecto depende de la interacción tiempo x tratamiento. La vacunación no tiene efecto sobre los recuentos bacterianos y la producción de leche. Es posible concluir que la vacunación con MASTI-VAC® en condiciones de campo puede ayudar a proteger la glándula mamaria contra las consecuencias de las infecciones por *S.aureus* en predios de alta prevalencia.

REFERENCIAS

Kruze J, G Monti, A Mella. 2012. Asociación entre niveles de células somáticas en leche de estanque y la incidencia de mastitis clínica en rebaños lecheros del sur de Chile. En: Informe Finales Proyectos FIA del Consorcio Lechero, Chile, vol. 2, Subproyecto M3P4

Investigación financiada por proyecto FONDEF IT13i10025



FIEBRE CATARRAL MALIGNA EN UN BOVINO: DESCRIPCIÓN CLÍNICO-PATOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DEL PRIMER CASO EN CHILE

Malignant catarrhal fever in a bovine: clinicopathological description and molecular identification of first case in Chile

Paredes E¹, M Navarro², M Pradenas¹, D Bradway³, F Carvallo⁴

¹Instituto de Patología Animal, Fac. de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. ²Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias, Fac. de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. ³Molecular Diagnostics Laboratory, Washington Animal Disease Diagnostic Lab and Paul G Allen School for Global Animal Health, Pullman WA, USA. ⁴California Animal Health & Food Safety Laboratory System, School of Veterinary Medicine, University of California, Davis. San Bernardino CA, USA. eparedes@uach.cl

INTRODUCCIÓN

La Fiebre catarral maligna es una enfermedad infecciosa viral de baja morbilidad y alta mortalidad que afecta a bovinos, ciervos y otros rumiantes en forma individual. Se caracteriza por inflamación de ojos y cavidad nasal, opacidad corneal, lesiones orales, emaciación, aumento de tamaño de nódulos linfáticos y síntomas nerviosos. Es causada por el Alcelaphine herpes virus del Ñu y Herpesvirus ovino tipo 2. La enfermedad tiene distribución mundial y se presenta sólo en bovinos y ciervos que están en contacto con ovinos portadores, ya que éstos padecen una infección inaparente que sin embargo, pueden transmitir a las 2 especies susceptibles mencionadas. La lesión histológica típica es la arteritis, lo que permite hacer el diagnóstico patológico. Según el Servicio Agrícola y Ganadero la enfermedad no ha sido nunca diagnosticada en el país. Por lo anterior, el objetivo de este reporte es describir las características clínicas y patológicas del primer caso con diagnóstico etiológico de Fiebre catarral maligna en un bovino en Chile.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el Hospital Veterinario de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Austral de Chile, se presentó un bovino frisón rojo, hembra de 8 meses con problemas oculares, dificultad respiratoria, lesiones en cavidad oral y mala condición corporal, con una evolución clínica de una semana. Esta ternera se crió en un sistema de copastoreo con ovinos. Se le realizó tratamiento parenteral con antibiótico de larga acción y antiinflamatorio, así como tratamientos oculares. Debido a que no presentó una evolución favorable se decidió la eutanasia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro clínico: El animal ingresó con moderada depresión, presentando conjuntivitis mucopurulenta bilateral grave, con moderado edema periorbital, queratitis bilateral, además presentaba secreción nasal mucopurulenta biltareral e hipersalivación. En el examen clínico se encontraron erosiones y úlceras en mucosa nasal, al igual que en mucosa oral (labial, gingival, lingual y palatina) y en vulva. Los nódulos linfáticos submandibulares y preescapulares estaban aumentados de tamaño, con aumento de temperatura y sensibles al tacto. El hemograma demostró anemia microcítica



hipocrómica y leucopenia absoluta con eosinopenia y neutropenia sin desviación a la izquierda. Además, se detectó hipoproteinemia con baja de las globulinas. El tratamiento consistió en oxitetraciclina de larga acción (7,5 mL/IM) y flunixin meglumine (6mL/IM), además, diariamente se realizó lavado ocular con ácido bórico (1%) y aplicación de spray antibiótico (oxitetraciclina e hidrocortisona). Debido a que la paciente no consumía alimento ni agua, se le administró oralmente glucosa anhidra diluida y sales minerales, con fluidoterapia adicional (suero ringer). Dada la nula respuesta a la terapia y el agravamiento de los signos se decide la eutanasia.

Principales hallazgos macroscópicos: Conjuntivitis mucopurulenta bilateral severa con opacidad corneal bilateral. En la piel del morro se encontraba una úlcera y en los bordes de los orificios nasales había inflamación mucopurulenta ulcerativa bilateral con formación de costras, estomatitis erosiva-ulcerativa difusa (cara interna de labios, encías, lengua y paladar), inflamación interdigital en miembro posterior derecho, inflamación leve de pezuñas rudimentarias de miembros posteriores, la vulva presentaba inflamación purulenta con erosiones y úlceras, a nivel de vagina había abundante exudado purulento. Los nódulos linfáticos submandibulares, preescapulares y poplíteos estaban aumentados de tamaño, la superficie de corte era proliferativa y exudativa. Los pulmones estaban congestivos y presentaban edema alveolar agudo. En abomaso se encontraron úlceras en la mucosa.

Descripción histopatológica: El hallazgo más importante en tronco encefálico, cerebro, cerebelo y médula espinal, así como en riñones, lo constituyó la moderada a severa inflamación de arterias de pequeño a mediano calibre.

Diagnóstico molecular: A partir de tejidos embebidos en parafina se realizó PCR a tiempo real el que fue positivo para herpesvirus ovino tipo 2 (ohv-2).

Los hallazgos clínicos y patológicos concuerdan con lo descrito para esta enfermedad en bovinos (Russell y col 2009; O`Toole y Li, 2014), los cuales son reconocidos como clásicos de la enfermedad (Russell y col 2009; O`Toole y Li, 2014). En el pasado se ha sospechado de la enfermedad en el país por similares hallazgos; sin embargo, los esfuerzos para el diagnóstico etiológico resultaron infructuosos. Es por ello, que para el Servicio Agrícola y Ganadero esta enfermedad aparece como nunca diagnosticada (SAG, 2014). Por ello la importancia de este diagnóstico, el cual a partir de tejido embebido en parafina, permitió la demostración del DNA viral.

CONCLUSIONES

Se describe la presentación clínica y los hallazgos patológicos, así como el diagnóstico molecular de una ternera con Fiebre catarral maligna, constituyendo el primer caso en Chile. Por lo anterior, se propone a los médicos veterinarios que la incluyan dentro de las afecciones posibles de encontrar en bovinos en Chile.

REFERENCIAS

- O`Toole D, H Li. *Vet Pathol*, 2014, 51, 437-452.
Russell GC, JP Stewart, DM Haig. *Vet J*, 2009, 179, 324-335.
SAG, Servicio Agrícola y Ganadero. Situación sanitaria animal de Chile, 2014.



COMPARACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE OVEJA ENTRE UN REBAÑO DE CARNE TRADICIONAL Y UN REBAÑO CON ESPECIALIZACIÓN LECHERA EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS DE CHILE

Comparison of milk sheep production between traditional meat flock and a dairy flock in Región de Los Ríos of Chile

J Cáceres¹, C Letelier¹, J Smulders¹

¹ Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Isla teja, Valdivia. E-mail: uach.claudialetelier@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La producción de leche de oveja se instauró en Chile a mediados de los años noventa. A través de proyectos, principalmente patrocinados por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) se realizó la introducción de germoplasmas lecheros Milchschaaf y Latxa en busca de potenciar la lechería ovina para elaboración de quesos. Actualmente aún existe una baja disponibilidad de germoplasma lechero en el país, evidenciándose la ordeña de genotipos menos especializados como Suffolk, Merino, Corriedale y Romney (FIA 2008). Con lo cual el objetivo de este estudio es comparar las producciones lácteas de un rebaño criollo de carne versus un rebaño compuesto por razas lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se compararon 2 rebaños ubicados en la Región de los Ríos, cercano al sector de Futrono. El primero es un rebaño ovino lechero conformado principalmente por ovejas de razas Milchschaaf y Latxa, dicho rebaño ha sido sometidas a un programa de mejoramiento genético. El segundo plantel, corresponde a un rebaño conformado de varios genotipos tradicionales de la zona (principalmente Suffolk), cuyo principal objetivo es la producción de carne y que recientemente se encuentra innovando hacia el rubro lechero. Ambos rebaños fueron mantenidos en condiciones similares, con alimentación en base a pastoreo y suplementación con concentrado en el momento de la ordeña. Para la comparación de la producción láctea se utilizó los resultados de los controles lecheros realizados en los meses de noviembre y diciembre del 2014 en cada predio y los registros de parto 2014. Se ocuparon datos de 162 ovejas del rebaño lechero y 42 del rebaño tradicional a partir de los cuales se calculó la producción de leche estandarizada a los 120 días a través del método de los intervalos. Para el análisis estadístico se realizó la estadística descriptiva mediante el programa SAS y para la comparación de las producciones lácteas se utilizó el test de Wilcoxon mediante el programa estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se observa en el cuadro 1 existe una gran diferencia en la producción láctea entre ambos rebaños ($p < 0,001$). Las razas presentes en el rebaño lechero y el mejoramiento genético que se ha trabajado durante varios años contribuirían a esta mayor producción, siendo similar a lo encontrado en otros estudios donde las razas con genotipo lechero obtuvieron una mayor producción que las razas más tradicionales del sur de Chile (Avendaño y col 2002). El rango de la producción de



leche estimada varió de un mínimo de 6 litros en el rebaño criollo a un máximo de 128,5 Litros en 120 días, mientras que para el rebaño lechero el mínimo fue de 43 litros y un máximo de 245 litros, en ambos casos se observa amplia variabilidad.

Cuadro 1. Comparación de producción de leche entre un rebaño de carne tradicional y un rebaño con razas lecheras.

Tipo de Rebaño	Lactancia 120 días (X± DE)	N
Tradicional	40,4± 29,1	48
Lechero	117,5±33,1	162

CONCLUSIONES

El rebaño ovino con razas lecheras logra una mayor productividad total, pero, existe una gran variabilidad dentro de un mismo rebaño demostrando la importancia de la realización de controles lecheros que permitan seleccionar las hembras más productivas para ambos genotipos.

REFERENCIAS:

FIA, Resultados y lecciones en: Producción de leche y queso de oveja Latxa agrario, serie Experiencias de innovación para el emprendimiento agrario, Santiago, Chile 2008.

Avendaño J, Fernández F, Sandoval C. Agricultura técnica (Chile), 2002, 62, 530-540.



HALLAZGOS DE RESISTENCIA A ANTIMICROBIANOS EN AISLADOS DE TERNEROS ENTRE LOS AÑOS 2002 A 2015 EN LA ZONA SUR DE CHILE

Antimicrobial resistance findings from 2002 to 2015 in southern Chile calves

Hervé-Claude LP^{1*}, Valenzuela B², Paredes E², Moroni M², Hamilton-West CN³, Navarrete-Talloní MJ.²

¹: Unidad de Medicina y Cirugía de Rumiantes, Departamento de Ciencias Clínicas, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

lpherve@u.uchile.cl

²: Laboratorio de Anatomía Patológica, Instituto de Patología Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile.

³: Departamento de Medicina Preventiva, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN

En Chile, existen pocos trabajos describiendo de manera sistemática los hallazgos de resistencia a antimicrobianos en bovinos, siendo ejemplos los trabajos de San Martín *et al.*, (2005) y Borie *et al.*, (1993). Algunos trabajos más recientes con foco en algunos agentes en asociación a mastitis (Mella *et al.*, 2010). Tanto en Chile como en el mundo, el uso de antimicrobianos es considerado un factor clave en el desarrollo de resistencia (Merle *et al.*, 2012). Este trabajo tiene como objetivo describir los hallazgos de resistencia en más cien aislados incluyendo principalmente *E. coli* y *Salmonella enterica*, entre otros, obtenidos en el Laboratorio de Anatomía Patológica de la Universidad Austral de Chile, a través de un Score que permite comparaciones sencillas y prácticas.

MATERIAL Y MÉTODO

Se generó una base de datos con todos los registros de aislados microbiológicos correspondientes, independiente de la especie, que provinieran de terneros de hasta 30 días de edad y que contaran con una prueba de resistencia a antimicrobianos (fenotípica, sensidicos). Se obtuvieron datos de entre los años 2002 y 2015. A cada antimicrobiano, se le asignó un score de 1=sensible, 2=intermedio, 3=resistente para cada aislado evaluado. Posteriormente estos valores fueron promediados generando un Score de resistencia, siendo el valor "1" para una cepa que resultó sensible a todos los antimicrobianos evaluados en ella y un valor de "3" para aquella cepa que resultó resistente a todos los antimicrobianos evaluados. Los resultados fueron tabulados generándose estadísticas descriptivas y tendencias (regresión lineal, $p=0.05$), a la vez indicarse que antimicrobianos resultaron ser mas efectivos, en términos generales, contra cada agente bacterianos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 130 aislados, provenientes esencialmente de las Regiones de Los Ríos (50%) y de Los Lagos (41%), recibándose también muestras de las regiones del Bío-bío y de La Araucanía. En relación a los resultados obtenidos para resistencia a antimicrobianos de las especies bacterianas aisladas, los agentes que presentaron



mayor Score de resistencia fueron *Pseudomona aeruginosa* (AMR Score >2) y *Trueperella pyogenes* (AMR Score =1.75). De las agentes aislados, los de mayor relevancia patológica en terneros fueron *E. coli*, *E. coli* β-Hemolítico y *Salmonella enterica*. Los resultados de resistencia para dichos agentes de relevancia se encuentran indicados en la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados de resistencia específica por antimicrobiano para tres especies de aislados de relevancia en terneros de lechería. Se indican sólo antimicrobianos que fueron evaluados al menos en 10 ocasiones para cada agente.

<i>E. coli</i>	AMR* Score	<i>E. coli</i> beta-hemolítico	AMR Score	<i>Salmonella spp.</i>	AMR Score
Ceftriaxone	1,0	Ceftiofur	1,2	Gentamicin	1,0
Ceftiofur	1,1	Florfenicol	1,3	Danofloxacin	1,5
Cefoperazone	1,1	Gentamicin	1,3	Enrofloxacin	1,7
Cefquinome	1,4	Enrofloxacin	1,4	Florfenicol	1,8
Danofloxacin	1,4	Danofloxacin	1,5	TMP/SMX**	1,8
Gentamicin	1,4	Oxitetraciclina	2,1	Amoxicillin	2,1
Florfenicol	1,6	TMP/SMX**	2,4	Oxitetraciclina	2,2
Enrofloxacin	1,8	Ampicillin	2,5		
Cefuroxime	1,9	*La resistencia a un antimicrobiano da un Score de 3 puntos. Una resistencia intermedia, un Score de 2. Una respuesta sensible al antimicrobiano significa un Score de 1. Éstos se promedian generándose el Score de Resistencia a Antimicrobianos (AMR). Un Score de 1 implica que un aislado es 100% sensible a dicho antimicrobiano, un Score 3, es 100% resistente **Trimethoprim/sulfamethoxazole			
Nalidixic acid	1,9				
TMP/SMX**	2,1				
Oxitetraciclina	2,5				
Amoxicillin	2,9				

Se observa que *E.coli* es áltamente sensible a Ceftriaxone y Ceftiofur, sensibilidad compartida por las cepas β-hemolíticas de *E.coli*. En contraste, los aislados de *Salmonella enterica* son sensibles a Gentamicina.

CONCLUSIONES

Los distintos aislados bacterianos obtenidos, presentan patrones característicos de resistencia y sensibilidad. Ante la identificación de un agente, se hace posible seleccionar con mayor precisión el antimicrobiano más efectivo contra dicho agente, incluso en ausencia de un antibiograma. Ceftiofur es un antimicrobiano de elección para *E. coli*, mientras que gentamicina el de elección ante casos de *S. enterica*.

REFERENCIAS

- Merle R, *et al.* 2012. Monitoring of antibiotic consumption in livestock: A German feasibility study. *Prev. Vet. Med.* **104** 34– 43.
- San Martín B, *et al.* 2005. Antimicrobial resistance monitoring in cattle in Chile using *E. coli* as the indicator bacteria. *Arch. Med. Vet.* **37** 117-123.
- Borie C, *et al.* 1993. Estudio de sensibilidad frente a diferentes antibióticos y concentraciones mínimas inhibitorias de 3 cefalosporinas en cepas de *Escherichia coli* aisladas de mastitis séptica bovina. *Av. Cs. Vet.* **8**: 134-137.
- Mella A, *et al.* 2010. *In vitro* antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolated from bovine clinical mastitis in Chile. Proc. XXVI World Buiatrics Congress, Santiago, Chile. 14-18 November. Pp. 109.
- Wright GD. 2007. "The antibiotic resistome: the nexus of chemical and genetic diversity". *Nature Reviews Microbiology* **5**: 175–186.



ESTUDIO HISTOPATOLÓGICO, INMUNOHISTOQUÍMICO Y MOLECULAR SOBRE NEOSPOROSIS EN FETOS BOVINOS ANALIZADOS EN LA UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE DURANTE LOS AÑOS 2013-2015

**Histopathological, immunohistochemical and molecular study about
neosporosis in bovine fetuses analyzed at the Universidad Austral de Chile
during the years 2013-2015**

MJ Navarrete-Talloni¹, M Pradenas¹, MP Miró², I Aguirre³

¹ Laboratorio de Anatomía Patológica, Instituto de Patología Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile.

² Escuela de Graduados, Facultad de Medicina. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile.

³ College of Veterinary Medicine. University of Georgia. Athens – EE.UU.
majose.navarrete@uach.cl

INTRODUCCIÓN

Neospora caninum es una causa importante de aborto en el mundo y se ha descrito en el ganado lechero de nuestro país (Patitucci y col 2000). Habitualmente, el diagnóstico utilizado es la serología de las madres; sin embargo, es la presencia de las lesiones histopatológicas típicas en el sistema nervioso central (SNC) del feto, las que generalmente confirman el diagnóstico. En Chile, se han descrito lesiones características de la enfermedad en el SNC de fetos bovinos abortados (L’Huissier 2014, Monsalve 2015) y métodos diagnósticos tales como la inmunohistoquímica (IHQ) y PCR, se han utilizado para esta enfermedad en fetos bovinos abortados en el sur de nuestro país (Navarro, 2013, Moroni 2013). El presente trabajo tiene por objetivo determinar la presencia de lesiones, de antígenos compatibles con *N. caninum* en el sistema nervioso central y de la detección del ADN del parásito en las mismas muestras provenientes de casos de abortos de bovino en la Región de Los Ríos.

MATERIAL Y MÉTODO

Se analizaron muestras de tejido nervioso (cerebro, cerebelo y tronco encefálico) obtenidos mediante necropsias, de 91 fetos bovinos abortados, durante los años 2013-2015. Las muestras se fijaron en formalina 10%, para posteriormente ser embebidas en parafina sólida, montadas en portaobjeto de vidrio y teñidas con hematoxilina y eosina. Aquellas muestras sospechosas de neosporosis (encefalitis no supurativa focal o multifocal, focos de necrosis y gliosis) fueron analizadas por IHQ y PCR. Las muestras para IHQ fueron montadas en portaobjetos silanizados y se utilizó un protocolo estandarizado, constituido por el anticuerpo primario anti-*Neospora caninum* (Dr. Campero, INTA Balcarce), kit anticuerpo secundario anti-conejo con sistema de detección ABC (PK-6101, Vector) y cromógeno AEC. Para el PCR se congeló cerebro a -80° y se extrajo ADN con un kit comercial (QIAamp Pathogen Mini kit, Qiagen), utilizando los partidores probados por Navarro (forward CCTCCCAATGCGAACGAA y reverse GGGTGAACCGAGGGAGTTG).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las muestras analizadas, 20 resultaron sospechosas de neosporosis según la caracterización de las lesiones histopatológicas. Las lesiones principales fueron gliosis multifocal, necrosis multifocal e inflamación mononuclear multifocal. La IHQ mostró reacciones positivas en 15 de los casos analizados y el PCR resultó positivo en 4 de los casos sospechosos. La diferencia observada en estos resultados puede deberse a la toma de muestras, lo que ha sido reportado previamente (Moroni 2013, Navarro 2013). También es de consideración la sensibilidad y especificidad de estas muestras, las que no fueron analizadas en esta investigación, pero que debiesen ser estudiadas a partir de estos resultados. Los casos que resultaron tanto negativos a IHQ como a PCR podrían deberse a otros agentes causales que produzcan lesiones similares, como lo son los virus de DVB y el de IBR, así como también *Toxoplasma gondii* o listeria. Para descartar esa posibilidad se realizaron PCR para cada uno de estos agentes, obteniéndose resultados negativos para estos agentes en todas las muestras.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio entregan información útil para los productores y médicos veterinarios, sobre las principales causas de aborto y especialmente de *N. caninum* lo que otorga importantes herramientas que permiten determinar los manejos necesarios para su control y prevención.

Financiado por FONDECYT Proyecto de Iniciación 11121265.

REFERENCIAS

- L'Hussier N. 2014. Hallazgos histopatológicos compatibles con *Neospora caninum* en fetos bovinos abortados entre 2011-2013, recepcionados en el instituto de patología animal de la Universidad Austral de Chile. *Memoria de título*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Chile.
- Monsalve M. 2015. Hallazgos histopatológicos compatibles con la acción de *Neospora caninum* en fetos bovinos recepcionados el año 2014 en el Instituto de Patología Animal de la Universidad Austral de Chile. *Memoria de título*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile, Chile.
- Moroni M. 2013. Identificación inmunohistoquímica de *Neospora caninum* en sistema nervioso central de fetos bovinos abortados. *Tesis de Magíster*, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Navarro M. 2013. Diagnóstico de aborto bovino por *Neospora caninum* mediante PCR a partir de tejidos fijados en formalina e incluidos en parafina y análisis filogenético. *Tesis de Magíster*, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Patitucci A, M Pérez, K Israel, M Rosas. 2000. Arch Med Vet 32(2): 209-214



ESTUDIO HISTOPATOLÓGICO, INMUNOHISTOQUÍMICO Y MOLECULAR SOBRE AGENTES INVOLUCRADOS EN EL SÍNDROME DE ABORTO BOVINO EN FETOS BOVINOS NO ABORTADOS PROVENIENTES DE UNA PLANTA FAENADORA

**Histopathological, immunohistochemical and molecular study about bovine
abortion syndrome related agents in non-aborted bovine fetuses coming from a
slaughterhouse**

F Schwerter¹, M Pradenas¹, María Paz Miró², Isabel Aguirre³, MJ Navarrete-Talloni¹

¹ Laboratorio de Anatomía Patológica, Instituto de Patología Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile.

² Escuela de Graduados, Facultad de Medicina. Universidad Austral de Chile. Valdivia – Chile.

³ College of Veterinary Medicine. University of Georgia. Athens – EE.UU.
majose.navarrete@uach.cl

INTRODUCCIÓN

El aborto en bovinos es limitante para la producción láctea y ganadera debido a la disminución en la producción, aumento de los costos de alimentación, por tratamientos médicos y reproductivos, y mayor tasa de sacrificios (Hovingh 2002). Las causas de aborto se pueden dividir en infecciosas y no infecciosas. Dentro de las causas de origen infeccioso destacan: diarrea viral bovina (DVB), rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), *Listeria monocytogenes*, *Neospora caninum*, y *Toxoplasma gondii*. El presente estudio se planteó con el objetivo de determinar la presencia de lesiones histopatológicas compatibles con los agentes etiológicos involucrados en el síndrome de aborto bovino en diversos tejidos, de antígenos compatibles con *N. caninum* y de la detección del ADN de los agentes previamente descritos en muestras provenientes de fetos bovinos de una planta faenadora en la Región de Los Ríos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron necropsias a 35 fetos bovinos mayores de 6 meses de edad, no abortados, obtenidos en una planta faenadora en la Región de Los Ríos durante los años 2013-2014. El criterio de selección de las hembras preñadas fue al azar, sin antecedentes de aborto previo, ni signos clínicos. Las hembras preñadas que fueron faenadas provenían de diversos predios de la Región de Los Ríos. Se obtuvieron muestras de tejidos (SNC, hígado, riñón, pulmón, músculo esquelético y corazón). Las muestras obtenidas se fijaron en formalina 10%, y posteriormente fueron embebidas en parafina sólida, cortadas y montadas en portaobjetos de vidrio, para ser posteriormente teñidas con hematoxilina y eosina y evaluadas microscópicamente para la detección de lesiones.

Paralelamente a la fijación de tejidos para histopatología, se tomaron contramuestras de los mismos tejidos, las que fueron congeladas a -80°C, y procesadas para la detección por PCR para: DVB, IBR, *Neospora caninum*, *Toxoplasma gondii* y *Listeria monocytogenes*. Posteriormente, los tejidos fueron descongelados, se extrajo ADN



utilizando un kit comercial (QIAamp Pathogen Mini kit, Qiagen), y se utilizó partidores previamente descritos en la literatura para cada uno de los agentes que se deseaba detectar. Aquellas muestras sospechosas de neosporosis fueron analizadas por inmunohistoquímica (IHQ), para ello, los tejidos fueron montados en portaobjetos xilanizados y se utilizó un protocolo estandarizado, constituido básicamente por el uso de un anticuerpo primario anti-*Neospora caninum* (Gentileza Dr. Campero, INTA Balcarce) y el uso de un kit comercial (sistema de detección ABC (PK-6101, Vector) con anticuerpo secundario anti-conejo y cromógeno AEC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 35 muestras analizadas, 5 presentaron lesiones histopatológicas en SNC y corazón, que consistían básicamente en infiltrados mononucleares de diversa severidad. El análisis por IHQ contra *Neospora caninum*, resultó negativo para todas las muestras. El análisis paralelo para para otros agentes abortivos a través de PCR, resultó positivo para DVB en 7 de las muestras. De ellas, 5 correspondieron a casos con lesión histopatológica. Ningún otro agente fue diagnosticado en los terneros abortados.

Según lo observado, las 2 muestras que fueron positivas a DVB, sin presentar lesiones histopatológicas, corresponden a casos de terneros persistentemente infectados. Es interesante destacar que en un estudio similar realizado en Argentina donde sólo se monitoreo *N. caninum* se encontró un 28% de lesiones concordantes con el parásito (Oviedo y col 2008), pero en el presente estudio no se encontró ningún caso positivo, lo que podría tener relación con el anticuerpo primario utilizado, el desemmascaramiento antigénico u otros aspectos técnicos que se deben analizar.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio entregan información preliminar sobre la presencia de agentes relacionados al síndrome de aborto bovino en fetos que no han sido abortados. Esta información reporta la detección de manera pasiva a través del monitoreo de estos agentes en las plantas faenadoras, demostrando su presencia y las lesiones asociadas. Además, entrega valiosos resultados sobre agentes que pueden ser prevalentes en los predios, para que en el futuro se puedan realizar los manejos necesarios para su control y prevención.

Financiado por FONDECYT Proyecto de Iniciación 11121265.

REFERENCIAS

- Hovingh E. 2002. Abortions in dairy cattle II. Diagnosing and preventing abortion problems. Virginia Cooperative Extension Publication 404, 289.
- Oviedo T, Bustamante G, Mejía J. 2008. Estudio histopatológico e inmunohistoquímico sobre neosporosis en fetos bovinos procedentes de matadero. Red.MVZ Córdoba 13: 1343-1348.



CINÉTICA DE LA RESPUESTA INMUNE INDUCIDA POR UN PROTOTIPO DE VACUNA ANTICLOSTRIDIAL MICROENCAPSULADA EN BOVINOS

Kinetic of the immune response induced by a prototype of anti clostridial microencapsulated vaccine in cattle

V. Leyán^{1*}, F. Cárdenas¹, C. Toledo¹, M. Ortega¹, R. Chihuailaf²

¹Instituto de Inmunología, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile;

²Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Católica de Temuco. [*vleyan@uach.cl](mailto:vleyan@uach.cl)

INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de muerte del ganado la constituyen las enfermedades infecciosas y entre ellas las enfermedades clostridiales¹. En Chile, la Hemoglobinuria (*Cl. Haemolyticum*) y el Carbunco sintomático (*Cl. Chauvoei*) son enfermedades de alta prevalencia en bovinos. Para estas enfermedades no existen alternativas de tratamiento efectivo y además del manejo el único método actualmente usado para su control y prevención es la vacunación. El problema de las vacunas actualmente en uso es su corto periodo de protección lo que obliga a frecuentes revacunaciones, con riesgos de quiebre inmunitario y mayores costos en la prevención². El objetivo del trabajo fue evaluar la cinética de la respuesta inmune humoral en bovinos inducida por un prototipo de vacuna anticlostridial microencapsulada generada en el marco del proyecto FONDEF CA12I10039.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un predio lechero ubicado 30 km al sur de Temuco entre abril y agosto de 2015. Se utilizaron 30 terneras Frisón negro, clínicamente sanas, entre 7 y 8 meses de edad sin vacunación previa para enfermedades clostridiales. Previo y durante el ensayo todos los animales fueron mantenidos en forma conjunta en pastoreo sobre praderas naturales fertilizadas con suplementación invernal y agua *ad libitum*. Las terneras fueron distribuidas aleatoriamente en tres grupos homogéneos de 10 animales. El grupo 1 fue inmunizado utilizando 10 ml vía subcutánea detrás de la escápula con el prototipo de vacuna en base a microencapsulación de antígenos de *Cl. haemolyticum* y *Cl. chauvoei*, en un polímero biodegradable (PLGA)³, generada en el marco del Proyecto FONDEF CA12I10039 actualmente en ejecución. El grupo 2 fue inmunizado con una vacuna comercial administrando 5 ml vía subcutánea y que en su formulación contenía anacultivos de *Cl. haemolyticum* y *Cl. Chauvoei*. El grupo 3 recibió un placebo (10 ml vía subcutáneo). Previo a la inmunización se obtuvieron muestras de sangre con el sistema de tubos al vacío sin aditivo y posteriormente a los 20, 35, 65, 80, 110 y 135 días post inmunización. La determinación de los títulos de anticuerpo se realizó mediante ELISA indirecto. Brevemente, la placa se sensibilizó con antígenos de anacultivos de *Cl. haemolyticum* y *Cl. Chauvoei* cedidos por la empresa Veterquímica S.A. Se bloqueó con PBS 2% leche descremada, 0,05% Tween 20. Previo lavado se incubó con los sueros en diluciones previamente establecidas y luego de lavar se incubó con un



anticuerpo anti IgG de bovino marcado con peroxidasa. La reacción fue revelada con TMB - H₂O₂ y la lectura se realizó en un lector Erba Lisa Scan II a 450 nm. Los resultados fueron expresados en media y desviación estándar. Las diferencias entre grupos fueron establecidas mediante ANOVA de medidas repetidas. Se consideró significativo cuando P fue menor a 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los grupos experimentales Grupo 1 (Prototipo) y Grupo 2 (vacuna comercial), la respuesta se elevó significativamente el día 20 respecto del día 0 (Figura 1).

En el Grupo 1, los títulos aumentaron del día 20 al día 35 y descendieron levemente sin cambios significativos hasta el día 135.

La respuesta inmune observada en el Grupo 1, fue significativamente mayor que la respuesta de los animales inmunizados con la vacuna comercial (Grupo 2) durante todo el periodo de estudio (135 días).

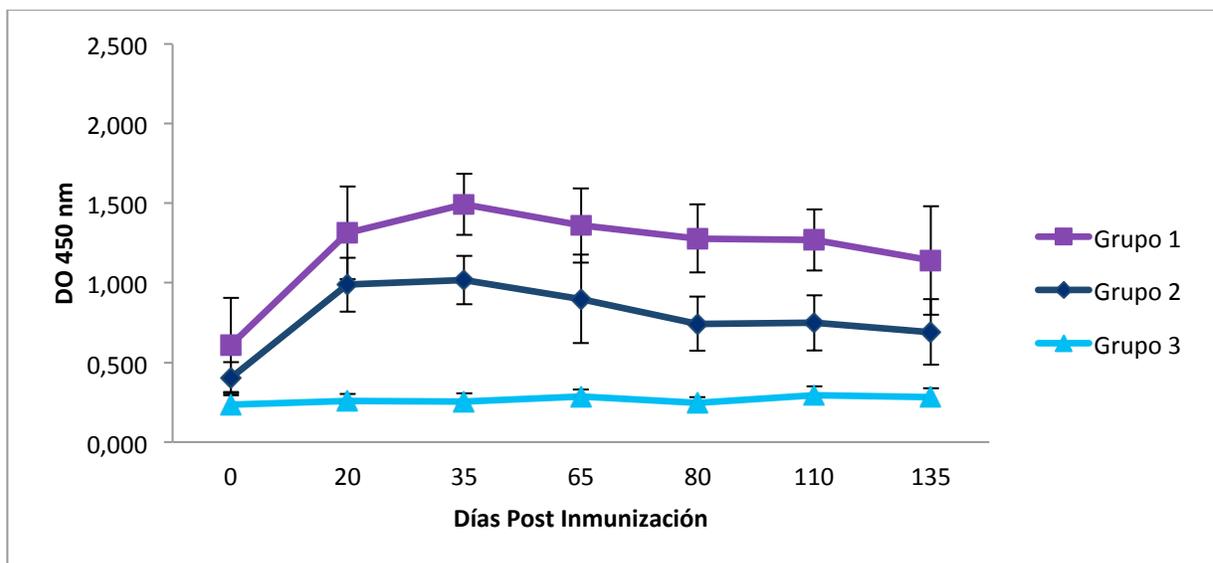


Figura 1. Cinética de la producción de anticuerpos contra antígenos de los anacultivos de *Cl. haemolyticum* y *Cl. chauvoei* en las terneras inmunizadas con el prototipo (Grupo 1), vacuna comercial (Grupo 2) y control sin antígeno (Grupo 3).

CONCLUSIONES

La inmunización con el prototipo induce una mayor respuesta de anticuerpos que la vacuna comercial durante todo el periodo de estudio. La investigación abre la posibilidad de generar vacunas más efectivas para el control de las enfermedades clostridiales.

REFERENCIAS

- Miranda A., Fort M.C., Cerviño M. y Carloni G. *Vet. Arg.* 2006; 23(221):20-26.
Robles C. Enfermedades Clostridiales del ganado. 1° Edición. INTA, Bariloche, Argentina. 2009.
Sáez V., Hernández J. y Peniche, C. *Bioteología Aplicada* 2007; 24: 98-107.







CONFERENCIAS I



IMPORTANCIA DE LAS ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR BACTERIAS DEL GENERO CLOSTRIDIUM EN EL REBAÑO LECHERO

F. A. Uzal, DVM, MSc, PhD, Dipl. ACVP

Profesor de Patología Diagnóstica Veterinaria, California Animal Health and Food Safety Laboratory, San Bernardino Branch, University of California, Davis. 105 W Central Ave, San Bernardino, CA, USA
E-mail: fuzal@cahfs.ucdavis.edu

Parte 1: Enteritis y enterotoxemias

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades clostridiales son producidas por bacterias del género *Clostridium*, bacilos Gram positivos, anaerobios y esporulados. Dentro de las enfermedades clostridiales, las enterotoxemias son sumamente importantes por su efecto negativo en la salud y producción animal. Las enterotoxemias son, por definición, enfermedades causadas por toxinas bacterianas producidas en el intestino, que se absorben a la circulación y ejercen sus efectos en otros órganos, tales como el cerebro, pulmones, etc. En algunas ocasiones, estas toxinas producen, además, enteritis. En los rumiantes, el agente más importante responsable por las diferentes formas de enterotoxemia es *Clostridium perfringens*, mientras que otras especies clostridiales juegan un rol mucho menor en el desarrollo de estas enfermedades.

Enterotoxemias producidas por *Clostridium perfringens*

C. perfringens se clasifica en cinco tipos (A, B, C, D y E) de acuerdo a la producción de cuatro exotoxinas denominadas "toxinas mayores" (Tabla 1).

Tabla 1: Toxinas mayores producidas por los 5 tipos de *Clostridium perfringens*

Tipo de <i>C.</i> <i>perfringens</i>	Toxinas mayores producidas			
	alfa	beta	epsilon	lota
A	+	-	-	-
B	+	+	+	-
C	+	+	-	-
D	+	-	+	-
E	+	-	-	+

Otras dos toxinas también denominadas mayores (enterotoxina y beta 2) pueden ser producidas por todos los tipos de *C. perfringens* pero no se las utiliza actualmente para la clasificación de este microorganismo. Además de estas así llamadas toxinas

mayores, algunas cepas de *C. perfringens* pueden producir hasta 15 toxinas, que son llamadas comúnmente “menores”.

Los cinco tipos de *C. perfringens* pueden ser habitantes normales del intestino de animales normales, pero ante cambios bruscos de alimentación, u otros factores no muy bien entendidos que alteran el ambiente intestinal, proliferan en grandes cantidades y producen toxinas que son responsables de las distintas formas de enterotoxemia. Es por esto que el simple aislamiento de cualquiera de estos microorganismos del intestino de animales con sospecha de enterotoxemia no es en si mismo un criterio de diagnóstico. A pesar de esto, no todos los tipos de *C. perfringens* se encuentran presentes en el intestino de animales normales en la misma proporción; por ejemplo, el tipo A esta presente en la gran mayoría de los animales, mientras que el tipo C raramente se encuentra en el intestino de animales sanos y el tipo B ha sido aislado solo en algunos países del mundo. Por eso, el aislamiento de algunos de los tipos de *C. perfringens* (por ejemplo el tipo C o B) puede ayudar a establecer un diagnostico presuntivo de enterotoxemia por ese tipo en particular.

Enterotoxemia por *C. perfringens* tipo A

C. perfringens tipo A produce enteritis necrótica en pollos y gangrena gaseosa en varias especies animales, incluyendo humanos. Estas dos enfermedades han sido bien caracterizadas y para ambas se han confirmado los postulados de Koch quedando, por lo tanto, pocas dudas acerca del rol de este microorganismo en la etiología de ambas enfermedades.

El rol de *C. perfringens* tipo A en las enfermedades gastrointestinales de los rumiantes es, sin embargo, mucho menos claro y la poca información disponible sobre el papel que este tipo juega en las enfermedades digestivas del bovino, es a veces contradictoria. Distintos autores discuten la patogenicidad de *C. perfringens* tipo A y esta discusión llega hasta el punto de que hay quienes niegan la capacidad de este microorganismo de producir enfermedad. El mayor problema para establecer un posible rol de este tipo de *C. perfringens* en las enfermedades digestivas del bovino radica en que al ser un habitante normal del intestino de la mayoría de los bovinos, su aislamiento del intestino de animales enfermos tiene poco o ningún significado diagnóstico.

En el ovino *C. perfringens* tipo A produce una enfermedad conocida como “enfermedad del cordero amarillo”, que se cree que es mediada por la toxina alfa de *C. perfringens*; esta toxina es una lecitinasa. Debido a esto, el mayor efecto de la toxina alfa es la destrucción de los eritrocitos, con la consiguiente hemólisis e ictericia. El diagnóstico presuntivo se basa en los signos clínicos y hallazgos de necropsia, pero la confirmación del mismo debe basarse en el aislamiento de gran número de organismos (*C. perfringens* tipo A) en contenido intestinal. En general se asume que un recuento de 10^6 UFC/gr tiene significado diagnóstico. Sin embargo, los postulados de Koch no han sido completados parara esta enfermedad y los criterios diagnosticos no han sido definidos. Hasta el presente no se ha descrito una enfermedad equivalente a la enfermedad del cordero amarillo en bovinos.



Enterotoxemia por *C. perfringens* tipos B y C

C. perfringens tipo B y C producen enteritis necrótica en animales neonatos de varias especies animales, incluyendo bovinos. Ocasionalmente esta enfermedad se ve también en animales adultos de varias especies. Mientras que la enteritis necrótica por *C. perfringens* tipo C es relativamente común, la enterotoxemia por el tipo B es muchísimo más rara y la mayoría de los diagnósticos de esta enfermedad se limitan a países del medio oriente.

Los signos clínicos y hallazgos post-mortem de las enfermedades producidas por *C. perfringens* tipos B y C se deben principalmente a la acción de la toxina beta a nivel intestinal, donde esta produce severa necrosis de la mucosa. En estadios terminales, la toxina beta puede absorberse a la circulación general produciéndose toxemia con hemorragias en las serosas, necrosis muscular y signos neurológicos. Como la toxina beta es extremadamente sensible a la tripsina, se considera que la tripsina presente en el intestino de animales no-neonatos normales es la defensa más importante contra la acción de esta toxina. En neonatos, se especula que la presencia de calostro en el intestino (esta substancia tiene una fuerte acción inhibidora de la tripsina), es el principal responsable por la falta de inactivación de la toxina beta y la consecuente necrosis intestinal.

Las enfermedades producidas por *C. perfringens* tipo C se caracterizan clínicamente por un rápido desarrollo que generalmente lleva a la muerte de los animales antes de las 24 hs. Los síntomas, cuando se los llega a observar, consisten en gritos y abdomen distendido y puede o no haber diarrea con sangre y trozos de mucosa. Ocasionalmente se observan signos neurológicos

A la necropsia se puede observar gran cantidad de sangre oscura en la luz intestinal, junto con fibrina y restos de mucosa descamada y úlceras que abarcan todo el grosor de la mucosa, que se observa roja y sangrante. Las lesiones se observan principalmente en el intestino delgado, aunque ocasionalmente el colon puede verse afectado también. Histológicamente estas enfermedades se caracterizan por necrosis difusa superficial aguda, con trombosis vascular en mucosa y submucosa. Pueden o no verse gran cantidad de bacilos asociados a las lesiones.

En los casos de *C. perfringens* tipo B, algunos animales que sobreviven por varios días pueden presentar, además, encefalomalacia simétrica focal debido a la acción de la toxina epsilon.

El diagnóstico presuntivo de estas enfermedades se basa en los signos clínicos y hallazgos de necropsia/histopatología y se confirma con la detección de la toxina beta (*C. perfringens* tipo C) o beta y epsilon (*C. perfringens* tipo B) en la luz intestinal. El aislamiento de *C. perfringens* tipo B o C es altamente significativo dado que estos tipos de *C. perfringens* son raramente encontrados en el intestino de animales sanos.

Enterotoxemia por *C. perfringens* tipo D

Este es la forma de enterotoxemia más frecuentemente descrita en la mayor parte de las regiones de producción ovina y caprina del mundo. Sin embargo, a pesar de

que en los últimos años se han publicado algunos casos de enterotoxemia tipo D en bovinos, la enfermedad parece ser sumamente rara en esta especie.

La enterotoxemia tipo D se conoce como enterotoxemia, enfermedad del riñón pulposo o enfermedad de la sobrealimentación. Al igual que los otros tipos de este microorganismo, el tipo D puede ser un habitante normal del intestino en un reducido porcentaje de ovinos, caprinos y bovinos. La enfermedad es producida por la toxina épsilon, una de las toxinas mayores de *C. perfringens* tipo D. Cuando este microorganismo está presente en el intestino de animales sanos, lo está en muy pequeña cantidad y produce toxinas que son eliminadas con los movimientos intestinales normales. Pero al producirse cambios en el ambiente intestinal, generalmente por cambio brusco a una dieta rica en carbohidratos fácilmente fermentables, prolifera en grandes cantidades produciendo enormes cantidades de toxinas que actúan sobre el epitelio intestinal facilitando su propia absorción a la circulación general, a través de la cual llegan a los órganos blanco (cerebro, riñones y pulmones). En estos órganos, la toxina épsilon se fija a un receptor en las células endoteliales, a consecuencia de lo cual estas células degeneran y mueren aumentándose la permeabilidad vascular y permitiendo la salida de líquido y proteínas al espacio perivascular con el consiguiente edema. En la mayoría de los casos la muerte sobreviene durante este período, pero si los animales sobreviven lo suficiente, se produce necrosis del tejido cerebral, comúnmente denominado "malacia" y se observa la lesión conocida como encefalomalacia simétrica focal (ESF). El edema cerebral y de pulmón y la ESF son responsables de los signos neurológicos y respiratorios característicos de la enfermedad.

La forma más frecuente de la enfermedad es sobreaguda con muerte entre las 4 y 12 horas de iniciada, siendo los signos clínicos raramente observados. Cuando se los observa, estos se limitan a alteraciones neurológicas (opistótonos, pedaleo, rechinamiento de dientes, gritos) y respiratorias en los estadios terminales (respiración acelerada, rales). En la forma aguda, los animales sobreviven hasta 24 horas y los signos clínicos son generalmente los mismos que los descritos para la forma sobreaguda.

El aspecto más importante a destacar al referirse a los cambios post-mortem de la enterotoxemia bovina tipo D, es que son sumamente variables y que en muchos casos no hay absolutamente ningún cambio macroscópico observable en el cadáver. Cuando hay cambios macroscópicos, estos pueden consistir en acumulación de líquido translúcido en cavidad peritoneal, torácico y/o pericárdica; es este último espacio pueden observarse a veces ligeros filamentos de fibrina. El edema pulmonar es otro cambio que suele estar presente y que se reconoce fácilmente por la acumulación de espuma en la tráquea y grandes bronquios, además de encontrarse los pulmones pesados y exudar líquido de la superficie de corte al apretarlos. Los septos interlobulares suelen encontrarse engrosados por la acumulación de líquido.

Si bien los antecedentes y signos clínicos pueden orientar un diagnóstico de enterotoxemia por *C. perfringens* tipo D, no se puede realizar la confirmación del mismo sin el apoyo del laboratorio. Como en las enterotoxemias producidas por los otros tipos de *C. perfringens*, la confirmación del diagnóstico de la enterotoxemia tipo D se basa en la detección de toxinas (en este caso toxina epsilon) preformadas en el



intestino delgado de los animales afectados. Sin embargo, en este caso particular, las lesiones histológicas en cerebro (edema proteináceo perivascular) son patognomónicas de la enfermedad y permiten establecer un diagnóstico definitivo de la misma.

Enterotoxemia por *C. perfringens* tipo E

C. perfringens tipo E produce toxinas alfa e iota y se han descrito casos de enfermedad en terneros y corderos asociados a este microorganismo, aunque su rol como agente productor de enterotoxemia en ovinos es aún discutido y la enfermedad producida ha sido pobremente definida. Este tipo de *C. perfringens* produce la clásica enterotoxemia del conejo, que se caracteriza por tiflocolitis hemorrágica.

Enterotoxemia/enteritis por *C. difficile*

Esta es una enfermedad emergente que afecta humanos, equinos y otras especies. En equinos produce severa enteritis y/o enterocolitis, caracterizada por necrosis de la mucosa con trombosis. *C. difficile* produce dos toxinas principales: A y B. En bovinos, si bien este microorganismo se aísla con frecuencia del contenido intestinal, el significado de este hallazgo aún no ha sido determinado.

El diagnóstico se confirma por detección de cualquiera de estas toxinas en contenido intestinal y/o aislamiento del microorganismo, ya que *C. difficile* no es considerado un habitante normal del intestino en equinos sanos.

Enterotoxemia por *C. septicum*

Esta enfermedad, también llamada abomasitis clostridial, *braxy* o *bradsot*, es producida por *C. septicum* y se la describe habitualmente en otoño e invierno en países o zonas frías. Se han descrito casos en ovinos y, raramente, en bovinos. Se sugiere habitualmente que pastos helados son los predisponentes del *braxy* al lesionar la mucosa del abomaso y permitir el ingreso de esporas o formas vegetativas al organismo. Sin embargo, es difícil imaginarse que pastos helados puedan llegar aún congelados hasta el abomaso y no existen en la bibliografía trabajos experimentales sobre la patogenia de esta enfermedad.

El *braxy* tiene curso agudo y la sintomatología consiste en fiebre, dolor abdominal, depresión y muerte en menos de 24 horas.

La lesión post-mortem más importante del *braxy* es la presencia de edema y úlceras en abomaso.

El diagnóstico se confirma por la demostración (por cultivo, PCR o inmunofluorescencia) de *C. septicum* en mucosa de abomaso.

Parte 2: Enfermedades histotóxicas y neurotóxicas

Existen en la literatura distintas clasificaciones de las enfermedades histotóxicas producidas por clostridios. Aquí discutiremos una clasificación basada en el tipo de

enfermedad producida. Así, agruparemos a las enfermedades clostridiales en los siguientes grupos:

1- Grupo mancha/gangrena gaseosa

Enfermedades producidas por *C. chauvoei*, *C. septicum*, *C. perfringens*, *C. novyi* y *C. sordellii*.

2- Grupo infecciones hepáticas

Enfermedades causadas por *C. novyi*

Enfermedades causadas por *C. piliforme*

3- Grupo neurotóxicas

Enfermedades causadas por *C. tetani*

Enfermedades causadas por *C. botulinum*

1- Grupo mancha/gangrena gaseosa

Dentro de este grupo se agrupan 2 enfermedades: mancha y gangrena gaseosa (edema maligno). Si bien ambas difieren en la patogenia, debido a la similitud en signos entre ambas, se las discutirá juntas en esta sección capítulo.

Tanto la mancha como la gangrena gaseosa son de ocurrencia universal, aunque mientras la gangrena gaseosa es una enfermedad comúnmente observada en varias especies animales, incluidos los bovinos, la mancha es tradicionalmente considerada una enfermedad del bovino. Sin embargo, ambas enfermedades pueden observarse en las dos especies. La mancha es producida por *C. chauvoei* solamente, pero la gangrena gaseosa puede ser producida por uno o más de los siguientes microorganismos: *C. chauvoei*, *C. septicum*, *C. novyi*, *C. perfringens* y *C. sordellii*.

A la mancha se la define como una enfermedad endógena ya que las esporas de este microorganismo ingresan al animal generalmente a través de la vía digestiva, son absorbidas a nivel intestinal y llegan a la circulación sanguínea por donde se distribuyen en distintos tejidos del organismo, pero en especial en el músculo estriado. La razón para esta preferencia es desconocida. Dentro del músculo son fagocitadas por los macrófagos que se encuentran normalmente en los tejidos y dentro de estos pueden sobrevivir por años. Cuando por algún motivo se produce una reducción del potencial de oxido reducción en esta zona, las esporas germinan y se multiplican rápidamente, produciendo toxinas que necrosan los tejidos del área, lo que a su vez reduce aún más la tensión de oxígeno estimulando la multiplicación de los gérmenes. Las toxinas producidas en la zona se diseminan rápidamente a la circulación general produciendo una toxemia que termina con la muerte del animal en pocas horas. En la práctica, las lesiones que predisponen a la mancha son traumas durante juntas y otros manejos de los animales.

La gangrena gaseosa, por su parte, es definida como una enfermedad exógena, ya que las esporas o formas vegetativas de los organismos involucrados ingresan al organismo a través de heridas abiertas en la piel, tales como inyecciones, vacunaciones, sangrado, etc.



El curso clínico de la mancha y la gangrena gaseosa puede ser agudo o sub-agudo, durando entre 6 y 24 horas. Cuando el curso es agudo, generalmente no se llegan a observar los signos clínicos. En los casos de curso sub-agudo hay fiebre, decaimiento y, cuando las lesiones se encuentran en los miembros, hay claudicación seguida de postración. En las zonas con lesiones, tanto en la mancha como en la gangrena gaseosa, se observa tumefacción debida al edema subcutáneo y en la mayoría de los casos, a la palpación se siente crepitación producida por las burbujas de gas generado por los microorganismos actuantes. La zona afectada generalmente se presenta con tonos azulados y fría, debido a la isquemia tisular. Una delgada línea roja de hiperemia puede observarse separando esta zona del tejido sano circundante. En los casos de gangrena gaseosa a veces pueden encontrarse las heridas por donde se produjo la entrada de microorganismos.

A la necropsia de la mancha y la gangrena gaseosa se observa generalmente la piel del área afectada azulada y a la palpación puede sentirse edema y crepitación. Sin embargo, es importante recordar que muchas veces las lesiones de mancha se producen en músculos que no se pueden palpar externamente, tales como los músculos sublumbares, diafragma o corazón. Como norma general se acepta que la gangrena gaseosa produce lesiones que afectan principalmente al tejido subcutáneo, mientras que la mancha se restringe más al músculo. Sin embargo, en la mayoría de los casos ambos tejidos tienen algún grado de lesión en ambas enfermedades. El músculo afectado se presenta oscuro y con frecuencia se observan agujeros en el mismo producidos por gas, que le dan un aspecto de “apolillado”. El líquido de las zonas lesionadas es mal oliente y en el se pueden observar burbujas de gas. En ambas enfermedades, pero particularmente en la gangrena gaseosa, hay abundante edema subcutáneo que a veces desde las zonas altas de los miembros puede extenderse hasta el rodete coronario, inmediatamente por encima de las pezuñas. Puede haber líquido en cavidades abdominal, torácica y pericárdica y hemorragias en superficies serosas. La histología del músculo muestra zonas de necrosis de coagulación rodeadas por una discreta infiltración de células inflamatorias entre las que se pueden observar los bacilos productores de la enfermedad. En un alto porcentaje de casos de mancha en algunos lugares del mundo se observan lesiones cardiacas además de las lesiones en el músculo esquelético. Un reducido número de casos se caracteriza por tener solo lesiones cardiacas en lo que se conoce como “mancha cardiaca”.

Los hallazgos clínicos y de necropsia brindan generalmente un diagnóstico presuntivo de aceptable precisión en ambas enfermedades. Algo más de aproximación brinda la observación de improntas de la zona de la lesión, teñidas con la coloración de Gram, en las que se observan bacilos Gram positivos con espora terminal o subterminal. La confirmación del diagnóstico se obtiene a través de la inmunofluorescencia directa en improntas y/o cultivo/PCR de músculo y exudados de la zona afectada. Siempre conviene realizar, además, histopatología del músculo afectado ya que, aunque no brinda un diagnóstico definitivo, reafirma el presuntivo en caso que por algún motivo no pueda realizarse cultivo/PCR. Con el material fijado en

formol enviado para histopatología, se puede realizar, además, inmunohistoquímica que se basa en la detección de los microorganismos en cortes de tejidos con anticuerpos específicos y que brinda también un diagnóstico definitivo.

2-Grupo infecciones hepáticas

Hepatitis infecciosa necrosante y hemoglobinuria bacilar

La hepatitis infecciosa necrosante o enfermedad negra es producida por *C. novyi* tipo B, mientras que la hemoglobinuria bacilar o meada de sangre es producida por el tipo D del mismo microorganismo, también llamado *C. haemolyticum*. La hepatitis infecciosa necrosante se produce habitualmente en ovinos, mientras que la hemoglobinuria bacilar es usualmente considerada una enfermedad de los bovinos. Sin embargo, ambas pueden producirse en las dos especies.

Tanto el tipo B como el D de *C. novyi* producen una potente lecitinasa, denominada toxina alfa, que es la responsable de la hemólisis masiva observada en ambas enfermedades. En ambos casos las esporas de *C. novyi* son ingeridas con alimentos contaminados y en el intestino atraviesan la pared intestinal, pasando a la circulación portal a través de la cual llegan al hígado. En este órgano circulan por los capilares hepáticos y algunas de ellas son fagocitadas por los macrófagos tisulares o células de Kupffer donde permanecen, a veces, por años, hasta que se producen las condiciones de anaerobiosis necesarias para la germinación. Entre los factores que generan las condiciones de anaerobiosis necesarias para la germinación de las esporas, el predisponente más común es la larva de *Fasciola hepática* en su migración desde la cápsula hepática hasta los canalículos biliares. Durante esta migración, las larvas van produciendo túneles de necrosis, donde el nivel de oxígeno es mínimo o nulo, lo que produce las condiciones ideales para la germinación de las esporas clostridiales. Como se han descrito algunos casos de hepatitis infecciosa y hemoglobinuria bacilar en animales sin *F. hepática* se piensa que otros factores pueden también desencadenar la enfermedad. Esta idea tiene fundamento ya que las esporas de *C. novyi* necesitan para germinar anaerobiosis y por lo tanto, cualquier agente que produzca estas condiciones debería ser considerado un predisponente potencial de hepatitis infecciosa o hemoglobinuria bacilar. Entre estos factores se describen químicos y algunas plantas tóxicas.

Ambas enfermedades son casi invariablemente de curso agudo o sobreagudo, produciéndose la muerte en menos de 24 horas. Cuando llegan a observarse los signos clínicos, estos consisten en apatía, separación del rodeo, recumbencia (generalmente en posición esternal), orina de color rojo oscuro y, ocasionalmente, signos neurológicos consistentes en ceguera y depresión. Estos últimos se cree que se deben a encefalopatía hepática, producto de la incapacidad del hígado dañado para eliminar desechos tóxicos normales del organismo y que afectan el cerebro. La ictericia es raramente observada, ya que se necesitan más horas de las que normalmente sobreviven los animales para que los pigmentos biliares se hagan visibles en los tejidos.

El hallazgo más característico de la hemoglobinuria bacilar es un foco de necrosis hepática que suele ser único y medir hasta 10 o 15 centímetros. En la hepatitis



infecciosa los focos de necrosis hepática son generalmente múltiples y más pequeños que los de la hemoglobinuria bacilar. En ambas enfermedades los focos de necrosis tienen bordes irregulares y están claramente demarcados del resto del hígado por una delgada línea roja de hiperemia. Los mismos pueden o no verse desde la superficie capsular del hígado por lo que es importante durante la necropsia cortar este órgano en rodajas finas y observar la superficie de corte de cada una de ellas. Puede o no haber exudado hemorrágico de consistencia gelatinosa en cavidad abdominal, torácica y pericárdica y petequias en superficies serosas. El tejido subcutáneo está generalmente muy congestivo y se presenta de un color rojo oscuro, lo que sugiere el nombre de enfermedad negra en el caso de la hepatitis infecciosa necrosante. La orina en la vejiga generalmente es de color rojo oscuro, lo mismo que la superficie de corte de los riñones donde en general cuesta distinguir la diferencia entre médula y corteza. Ocasionalmente, cuando los animales han sobrevivido lo suficiente, puede observarse ictericia generalizada. En la mayoría de los casos se observan lesiones en el hígado producidas por la migración de las larvas de *F. hepática*. La histopatología del hígado muestra zonas de necrosis de coagulación, donde la arquitectura general del órgano está conservada, aunque se ha perdido el detalle a nivel celular. Estas zonas de necrosis se encuentran rodeadas de una banda de células inflamatorias y abundantes bacilos Gram positivos, esporulados o no.

El diagnóstico definitivo se basa en el aislamiento o detección por PCR de *C. novyi* (tipos B o D) del hígado y/o la demostración de los mismos por inmunofluorescencia en improntas de este órgano. Se debe ser cauteloso al interpretar los resultados del cultivo, ya que *C. novyi* tipo B o D puede ser un habitante normal del hígado de bovinos y/u ovinos sanos, por lo que a menos que se trabaje con animales recién muertos y se obtenga un cultivo rico y en pureza, el aislamiento de este microorganismo del hígado carece de significado diagnóstico. Tratándose de cadáveres frescos, la inmunofluorescencia de frotis del hígado es diagnóstica. La histología es muy característica, por lo que da una buena indicación diagnóstica.

Enfermedad de Tizzer

Esta enfermedad es producida por *C. piliforme* y afecta en general animales jóvenes de varias especies, incluyendo bovinos, equinos y varias especies de animales de laboratorio. Desde el punto de vista anatomopatológico se describe una triada de lesiones que incluyen hepatitis, colitis y miocarditis, aunque la hepatitis necrotizante con gran número de bacilos intralesionales es sin duda la lesión más frecuentemente vista.

El cultivo de este microorganismo es sumamente complicado y el diagnóstico se basa en la histopatología, que es patognomónica.

3- Grupo neurotóxicas

Tétanos

El tétanos es producido por *Clostridium tetani*, que es un habitante normal del intestino de los animales, por lo que en general se lo encuentra en corrales u otros ambientes con materia fecal, donde sus esporas pueden sobrevivir por muchos años. Las heridas de castración y vacunaciones son los predisponentes más frecuentes del tétanos. *C. tetani* es un microorganismo no móvil, por lo que una vez que entra en una herida, se reproduce localmente y produce una poderosa neurotoxina que es transportada hasta el sistema nervioso central por un mecanismo retrogrado a través de los axones de los nervios periféricos. La enfermedad aparece entre 3 días y 3 semanas luego de haberse producido la contaminación de la herida, dependiendo de la distancia entre esta y el sistema nervioso central.

El tétanos se caracteriza por un curso clínico que generalmente lleva a la muerte de los animales en 4 a 7 días. La sintomatología consiste en rigidez y convulsiones tónico-clónicas, postración y dificultad respiratoria, lo que finalmente produce la muerte.

A la necropsia de animales muertos por tétanos no hay hallazgos macro ni microscópicos excepto aquellos de heridas que puedan haber sido la puerta de entrada de los microorganismos y que no siempre son visibles. La necropsia de un animal muerto por tétanos es uno de los ejemplos clásicos de “necropsia negativa”.

El diagnóstico se realiza por los signos clínicos que son característicos de esta enfermedad. Se pueden realizar improntas teñidas con la coloración de Gram y cultivo de las zonas profundas de heridas sospechosas, aunque raramente se obtienen resultados positivos.

Botulismo

El botulismo es producido por las toxinas de *C. botulinum*. Este microorganismo se clasifica en 7 tipos (A, B, C, D, E, F y G), pero el tipo C es el más frecuentemente descrito en animales. La enfermedad es común en zonas de deficiencia de fósforo y proteínas en verano o en pasturas que han sido abonadas con cama de pollos, donde las esporas de *C. botulinum* pueden sobrevivir por años. Se han observado también brotes en gran número de bovinos en engorde que han recibido alimentos contaminados con cadáveres de pequeños mamíferos (roedores, gatos, etc.) contaminados con *C. botulinum*.

El botulismo se caracteriza clínicamente por parálisis flácida. y es otro ejemplo de necropsia negativa, no presentando los animales cambios post-mortem macro ni microscópicos específicos.

El diagnóstico presuntivo del botulismo se basa los síntomas clínicos, y se confirma por la detección de las toxinas de *C. botulinum* en contenido gastrointestinal, hígado o suero.

REFERENCIAS

BAGGE E, et al. 2009. Detection and identification by PCR of *Clostridium chauvoei* in clinical isolates, bovine faeces and substrates from biogas plant.



- Acta Vet Scand 51:8.
- BLACKWELL TE, et al. 1992. Clinical signs, treatment, and postmortem lesions in dairy goats with enterotoxemia: 13 cases (1979–1982). J Am Vet Med Assoc. 200:214–217.
- BUESCHEL D, et al. 1998. Enterotoxigenic *Clostridium perfringens* type A necrotic enteritis in a foal. J Am Vet Med Assoc 213:1305-7, 1280.
- BUESCHEL D, et al. 2003. Prevalence of cpb2, encoding beta2 toxin, in *Clostridium perfringens* field isolates: correlation of genotype with phenotype. Vet Microbiol 94:121-129.
- DORCA-ARÉVALO J, et al. 2008. Binding of epsilon-toxin from *Clostridium perfringens* in the nervous system. Vet Microbiol 131:14–25.
- FACH P, et al. 2009. Development of real-time PCR tests for detecting botulinum neurotoxin A, B, E, F producing *Clostridium botulinum*, *Clostridium baratii* and *Clostridium butyricum*. J Appl Microbiol 107:465-473.
- FILHO EJ, et al. 2009. [Clinicopathologic features of experimental *Clostridium perfringens* type D enterotoxemia in cattle](#). Vet Pathol 46:1213–1220.
- FINNIE JW. 2003. Pathogenesis of brain damage produced in sheep by *Clostridium perfringens* type D ETX: a review. Aust Vet J 81:219–221.
- FREY J, et al. 2012. Cytotoxin CctA, a major virulence factor of *Clostridium chauvoei* conferring protective immunity against myonecrosis. Vaccine 30:5500-5505.
- FREY J, et al. 2015. Patho-genetics of *Clostridium chauvoei*. Res Microbiol 166:384-392.
- GARCÍA JP, et al. 2013. ETX is essential for the virulence of *Clostridium perfringens* type D infection in sheep, goats, and mice. Infect Immun 81:2405–2414.
- GARCÍA JP, et al. 2015. Comparative neuropathology of ovine enterotoxemia produced by *Clostridium perfringens* type D wild-type strain CN1020 and its genetically modified derivatives. Vet Pathol 52:465–475.
- MARKS SL. 2003. Bacterial-associated diarrhea in the dog: a critical appraisal. Vet Clin North Am Small Anim Pract 33:1029-1060.
- 14-MCCLANE BA. 1996. An overview of *Clostridium perfringens* enterotoxin. Toxicon 34:1335-1343.
- METE A, et al. 2013. Brain lesions associated with *Clostridium perfringens* type D ETX in a Holstein heifer calf. Vet Pathol 50:765–768.
- NAGANO N, et al. 2008. Human fulminant gas gangrene caused by *Clostridium chauvoei*. J Clin Microbiol 46:1545.
- PECK M.W. 2009. Biology and genomic analysis of *Clostridium botulinum*. Adv Microb Physiol 55:183-265.
- RINGS MD. 2004. Clostridial disease associated with neurologic signs: tetanus, botulism, and enterotoxemia. Vet Clin N Am 20:379-391.
- SMITH LDS, et al: 1984, *Clostridium chauvoei*. In: The Pathogenic Anaerobic

- Bacteria, eds. Smith LDS, Williams BL, 3rd ed., pp. 164–175. Charles C. Thomas, Springfield, IL.
- SONGER JG. 1996. [Clostridial enteric diseases of domestic animals](#). Clin Microbiol Rev 9:216-234.
- UZAL FA, et al. 1998. [Experimental *Clostridium perfringens* type D enterotoxemia in goats](#). Vet Pathol 35:132–140.
- UZAL F.A., et al. 2002. [Effects of intravenous injection of *Clostridium perfringens* type D ETX in calves](#). J Comp Pathol 126:71–75.
- UZAL F.A., et al. 2003. Outbreak of clostridial myocarditis in calves. Vet Rec 152:134-136.
- UZAL F.A., 2012. Evidence-based medicine concerning efficacy of vaccination against *Clostridium chauvoei* infection in cattle. Vet Clin North Am Food Anim Pract 28:71-77.
- UZAL, F.A., et al. 2010. *Clostridium perfringens* toxins involved in mammalian veterinary diseases. Open Toxin J 2:24-42.



ESTADO DE AVANCE EN EL CONTROL DE LAS ENFERMEDADES CLOSTRIDIALES EN BOVINOS

F. A. Uzal, DVM, MSc, PhD, Dipl. ACVP

Profesor de Patología Diagnóstica Veterinaria, California Animal Health and Food Safety Laboratory, San Bernardino Branch, University of California, Davis. 105 W Cental Ave, San Bernardino, CA, USA
E-mail: fuzal@cahfs.ucdavis.edu

1- Enfermedades intestinales

La prevención de las enfermedades clostridiales gastrointestinales se basan en dos aspectos: manejo nutricional y vacunación.

a- Manejo nutricional. Se debe evitar todo cambio brusco de alimentación, especialmente de una más pobre a una más rica y el consumo de leche fría en los terneros. En caso de animales a los que se incorporan granos o concentrados en la ración, los mismos deben incorporarse en forma gradual, en un período no menor de 15 días.

b- Vacunación. Si bien la vacunación contra la mayoría de los clostridios patógenos es efectiva, existe todavía mucha incertidumbre sobre la acción de los clostridios patógenos en las enfermedades intestinales del bovino, y no hay información suficientemente documentada acerca de la eficacia de las vacunas para prevenir enfermedades clostridiales intestinales en bovinos.

Debido a la rapidez con la que se desarrollan la mayoría de las enfermedades clostridiales gastrointestinales, el tratamiento es raramente intentado y aún en los casos en que se lo aplica, las probabilidades de éxito son escasas. El tratamiento es inespecífico y de soporte incluyendo, entre otros, altas dosis de antibióticos para eliminar las bacterias que aún están produciendo toxinas. A nivel del rodeo, el tratamiento debe consistir en cambio inmediato de dieta a un régimen con menos carbohidratos y más fibra, y otras medidas de manejo.

2- Mancha/gangrena gaseosa

Si bien la mayoría de los clostridios son sensibles a varios antibióticos, el tratamiento de la mancha y la gangrena gaseosa rara vez da resultado debido a la rapidez con la que se desarrolla la enfermedad y a la acción de las toxinas que persisten aún habiendo desapareciendo los microorganismos que las produjeron. Como en todas las enfermedades clostridiales hay dos tipos de medidas para prevenir la presentación de la mancha y la gangrena gaseosa: medidas de manejo y vacunación.

a- Medidas de manejo. Se deben evitar todo tipo de traumas que favorezcan la germinación de las esporas de *C. chauvoei* presentes en los tejidos y evitar la entrada de este u otros clostridios a través de heridas. Para evitar la germinación de esporas se deben evitar golpes durante encierros, traslados, etc. Para evitar la entrada de esporas o formas vegetativas clostridiales al organismo, las medidas recomendadas son evitar trabajar con elementos sucios al realizar cualquier herida a los animales (vacunación, castración, descole, cortes de oreja, etc). Aun cuando muchas de estas operaciones sean realizadas con cuchillo por el productor y no por un veterinario, se debe recomendar siempre usar un cuchillo limpio y desinfectado entre animales. Otra recomendación importante para evitar la entrada de microorganismos es tratar de realizar toda operación que genere heridas sobre suelos de cemento o con pasto, evitando superficies con tierra, en particular los corrales donde hay gran cantidad de materia fecal.

b - Vacunación. La primovacunación con dos dosis separadas entre 4 y 6 semanas seguida de la revacunación anual es en general efectiva para prevenir la mancha y la gangrena gaseosa.

3-Grupo infecciones hepáticas: Hepatitis infecciosa necrosante y hemoglobinuria bacilar

La prevención de las dos enfermedades se basa en el control de la *F. hepatica* y en la vacunación.

4- Grupo neurotóxicas: tétanos y botulismo

Tétanos: La prevención se basa en medidas de manejo y vacunación. Las medidas de manejo consisten en evitar la contaminación de heridas con materia fecal o tierra, para lo que es particularmente importante no realizar ninguna maniobra que genere heridas en corrales u otras instalaciones con materia fecal. La vacunación es efectiva en áreas donde el tétanos es un problema

Botulismo: El botulismo puede tratarse con antitoxinas específicas, aunque el tratamiento es costoso y raramente exitoso. La prevención de la enfermedad se realiza por medio de medidas de manejo consistentes en evitar que los animales tengan acceso a carroña y con suplementos de fósforo. En áreas endémicas se debe vacunar a los animales.

REFERENCIAS

ANTONINI E; ASTARLOA F; BENTANCOR L; CARLONI G; CONIGLIARO S; GENTILE F; LUCHTER F.; MOREIRA A.R.; PASINI, J y UZAL F.A. 1994.

Manual de métodos de aislamiento y tipificación de bacterias del género *Clostridium*. *Comisión Científica Permanente de Enfermedades producidas por anaerobios de la AAVLD*. Buenos Aires. pp 55.



- CARLONI G; BENTANCOR L; BORSELLA G; GLESER H; LUCHTER F y UZAL FA. 1999. Metodología diagnóstica de las enfermedades producidas por bacterias del género *Clostridium*. *Comisión Científica Permanente de Enfermedades producidas por anaerobios de la AAVLD*. Buenos Aires.pp 60.
- BULLEN JJ and BATTY II. 1957. Enterotoxaemia of sheep. *Veterinary Record* 69, 1268-1276.
- BUXTON D; LINKLATER KA and DYSON DA. 1978. Pulpy kidney disease and its diagnosis by histological examination. *Veterinary Record* 102, 241.
- GIRAUDO CONESA LC, VANNELLI SA and UZAL FA. 1996. Detection of *Clostridium chauvoei* in tissue sections of sheep by the peroxidase-anti peroxidase (PAP) technique. 1996. *Veterinary Research Communications* 19, 451-456.
- GLASTONBURY JRW, SEARSON JE and LINKS IJ. 1988. Clostridial Myocarditis in lambs. *Australian Veterinary Journal* 65, 208-209.
- HARTLEY WJ. 1956. A focal symmetrical encephalomalacia of lambs. *New Zealand Veterinary Journal* 4, 129-135.
- HORNITZKY MAZ and GLASTONBURY J. 1993. Enterotoxaemia in sheep, Goats and cattle. In: Australian standard diagnostic techniques for animal diseases. Eds. Corner L.A., Bagust T.J. Standing Committee on Agricultural and Resource Management, CSIRO. Melbourne, Australia.pp 5
- JANSEN BC. 1967. The prevention of enterotoxaemia (pulpy kidney disease) by vaccination. *Bulletin of the International Office of Epizootics* 67, 1539-1567.
- LEWIS CJ. 2000. Clostridial diseases. En: Diseases of sheep, W.B. Martin y I.D.Aitken eds. Blackwell Science, Oxford, UK. pp 131-142.
- NIILLO L. 1980. *Clostridium perfringens* in animal disease: a review of current knowledge. *Canadian Veterinary Journal* 21, 141-148.
- ROOD JI; MCLANE BA; SONGER GJ Y TITBALL RW. 1997. The clostridia. Molecular biology and pathogenesis. Academic Press Ltd., San Diego, USA. pp 533.
- SONGER JG. 1996. Clostridial enteric diseases of domestic animals. *Clinical Microbiology Reviews* 9, 216-234.
- STERNE M Y BATTY I. 1975. Pathogenic Clostridia. Butterworths. London, England. pp. 144.
- UZAL FA and KELLY WR. 1999. Comparison of the effects of *Clostridium Perfringens* type D culture supernatants in ligated intestinal loops of goats and sheep. *Journal of Comparative Pathology* 121, 127-138.
- UZAL FA; KELLY WR; ROLFE B; SMITH N and THOMAS A. 1999. Resistance of ovine, caprine and bovine endothelial cells to *Clostridium perfringens* type D epsilon toxin in vitro. *Veterinary Research Communications* 23, 275-284.
- UZAL F.A.; OLAECHEA FV y VANNELLI SA. 1996. Hepatitis infecciosa necrosante en una oveja sin *Fasciola hepatica*. *Revista de Medicina Veterinaria* 77, 377- 379.

- UZAL FA; PLUMB JJ; BLACKALL LL and KELLY WR. 1997. Detection of *Clostridium perfringens* producing different toxins in faeces of goats by PCR. *Letters in Applied Microbiology* 25, 339-344
- UZAL FA. 1995. El diagnóstico de la enterotoxaemia ovina. *Veterinaria Argentina* 12, 3-8.
- UZAL FA. 2012. Evidence-based medicine concerning efficacy of vaccination against *Clostridium chauvoei* infection in cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 28, 71-77.



SIMPOSIO DE REPRODUCCIÓN

RELATORES: **Oscar Peralta, Universidad de Chile**
 Ana Strappini, Universidad Austral de Chile
 Pedro Meléndez, Universidad de Missouri

MODERADOR: **Pablo Köpfer, Buiatría Chile**



EVALUACIÓN DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS PARA DETECCIÓN DE ESTRO EN GANADO BOVINO LECHERO

Evaluation of estrus detection electronic systems in dairy livestock

O. A. Peralta M.V., M. Sc. Ph.D.

Profesor Asistente

Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. operalta@uchile.cl

Profesor Adjunto

Virginia-Maryland Regional College of Veterinary Medicine
Virginia Tech Blacksburg, Virginia, USA

INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva del rebaño bovino es un factor crucial que determina la rentabilidad del sistema de producción lechera. Sin embargo, alcanzar tasas adecuadas de detección de celo y de inseminación sigue siendo un desafío permanente para los productores. A pesar de que en la actualidad numerosos rebaños lecheros han incorporado programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) de gran eficiencia, aún existen productores que se basan en la detección de estro para la inseminación de las vacas (Neves et al., 2012). Más aún, en países desarrollados se ha producido un aumento en la percepción pública en relación al uso frecuente de inyecciones como parte de protocolos de IATF en los animales. La detección de celos enfrenta numerosos desafíos que incluyen la presencia de vacas anovulatorias (Wilbank et al., 2002); la disminución en la duración del comportamiento del estro asociado al aumento en la producción cercano al momento del estro (Lopez et al., 2004); la baja intensidad en el comportamiento de monta (Palmer et al., 2010); la presencia de ovulaciones silentes (Valenza et al., 2012); el confinamiento de los animales (Palmer et al., 2010) y la utilización de pisos de concreto (Britt et al., 1986). Estos factores afectan tanto la eficiencia como la precisión de la detección del estro, lo cual puede aumentar el intervalo parto primer servicio y disminuir la tasa de preñez en el rebaño (Stevenson y Call, 1983). Dado el impacto de la tasa de servicio mediante IA en la eficiencia reproductiva y los problemas asociados a la detección visual del estro en las lecherías, en el último tiempo se han desarrollado una serie de tecnologías para mejorar la detección de estro mediante vigilancia continua y en presencia o ausencia de observación visual. Estas tecnologías incluyen sistemas electrónicos que detectan principalmente aumento de la actividad física (podómetros y acelerómetro; Peralta et al., 2005; Roelofs et al., 2005) y de monta (aparato de radiotelemetría para detección de monta, Walker et al., 1996; Dransfield et al., 1998;) asociadas al celo. El objetivo del presente resumen es analizar algunas variables de importancia que afectan tanto la

precisión como la eficiencia de los sistemas electrónicos para detección de estro en rebaños lecheros.

SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE DETECCIÓN DE ESTRO BASADOS EN EL MONITOREO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA

Una serie de requisitos han sido establecidos para el desarrollo de sistemas electrónicos de detección de estro, entre los que se encuentran: 1) proveer vigilancia continua y precisión en la identificación individual de las vacas; 2) poseer bajos requerimientos de mano de obra y 3) entregar precisión en la predicción del tiempo de ovulación y por lo tanto permitir realizar una correcta IA en relación al tiempo de ovulación (Senger 1994). Los sistemas de monitoreo de actividad física cumplen los primeros requisitos; sin embargo, pocos estudios han evaluado el efecto del tiempo de IA en relación a la ovulación basados en estos sistemas. Durante el proestro en ausencia de progesterona, el estradiol producido por el folículo dominante alcanza un nivel umbral que induce el comportamiento de estro. Debido a que un aumento en estradiol por sobre el nivel umbral no ejerce un efecto adicional sobre la intensidad del comportamiento, el estro ha sido descrito como una respuesta del tipo “todo o nada” (Alrich, 1994). El signo de “dejarse montar” es considerado como el signo primario del estro verdadero y es definido como el comportamiento de una vaca que no intenta escapar al ser montada por otra vaca (Hurnick et al., 1975). En comparación con podómetros que miden cambios en el número de pasos por unidad de tiempo como indicador de actividad física, los sistemas de monitoreo de actividad incorporan un acelerómetro o un dispositivo electromecánico que mide continuamente las fuerzas de aceleración, producto de la gravedad en tres dimensiones para determinación de actividad física asociada al estro. Es importante aclarar que los sistemas de monitoreo de actividad física por definición no determinan el signo primario de comportamiento del estro (dejarse montar) sino un comportamiento secundario que corresponde al aumento de la actividad física.

EFICIENCIA DE LA DETECCIÓN DE ESTRO

En un estudio realizado recientemente, 88 vacas Holstein fueron sincronizadas utilizando un protocolo consistente en la administración de hormona liberadora de la gonadotropina (GnRH) seguida siete días después de una dosis de prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$). Estas vacas fueron a su vez monitoreadas mediante un sistema de detección electrónica de estro (Heatime SCR, Netanya, Israel; Valenza et al., 2012). En este estudio se detectó que solo el 71% de las vacas sincronizadas (definidas por regresión completa del cuerpo lúteo y presencia de folículo >10 mm de diámetro luego de la inyección de $PGF_{2\alpha}$) fueron detectadas por aumento de actividad física mediante el sistema de monitoreo electrónico. En total, 95% de las vacas detectadas en estro por el sistema de monitoreo ovularon y el 5% restante no ovularon en un periodo de 7 días desde la inducción de la luteólisis. De las vacas que no fueron detectadas en estro por el sistema de monitoreo, 35% ovularon (10% del total de las vacas), en cambio 65% (20% del total de las vacas) no ovularon en un periodo de 7



días desde la luteólisis. En otro estudio similar, 639 vacas fueron inyectadas con PGF_{2α} los días 35 y 49 en leche y solo el 68% de las vacas que estaban ciclando el día 49 fueron detectadas en estro e inseminadas luego de la segunda inyección de PGF_{2α} (Chebel y Santos, 2010). Estos datos sugieren que el estado de ciclicidad no es el único factor que determina la eficiencia y precisión de la detección de estro. Aproximadamente un tercio de las vacas no fueron detectadas por el sistema de monitoreo de actividad y esto puede deberse a la presencia de vacas anovulatorias o vacas que presentan aumentos de actividad física indetectables. La proporción de vacas que no ovularon y no fueron detectadas por el sistema de actividad física correspondió al 65% sugiriendo que en estas vacas no ocurrió estro. En comparación, en el restante 35% de vacas que si ovularon, es posible que haya existido la presencia de ovulaciones silentes (ovulación sin signos de estro) un fenómeno que ha sido descrito en vacas lecheras especialmente durante el postparto temprano (Palmer et al., 2010; Ranasinghe et al., 2010). Esta tasa de falla en la ovulación representa un porcentaje menor de la población de vacas y puede ser consecuencia de una falla en el mecanismo que gatilla la ovulación (ausencia de peak o niveles insuficientes de LH) o alternativamente de una falla en la respuesta del folículo dominante al aumento de LH (Valenza et al., 2012). Varios estudios realizados en lecherías comerciales grandes de Estados Unidos han reportado que entre el 20% y el 30% de las vacas de alta producción son anovulatorias entre los días 60 y 75 días en leche (Lopez et al., 2005; Sterry et al., 2006). Este tiempo coincide con el término del período voluntario de espera y el inicio de la IA mediante detección de celo o de IATF luego de sincronización de la ovulación. Basados en un análisis de 5818 vacas de 13 estudios en 8 lecherías en Estados Unidos, se determinó que la tasa de anovulación en vacas lactantes Holstein promediaban el 23% entre 50 y 65 días en leche con un rango entre 7,3% a 41,7% (Bamber et al., 2009). En consecuencia, las vacas anovulatorias representan una proporción significativa en lecherías intensivas al final del período de espera voluntario, las cuales no serán detectadas en base a signos primarios o secundarios de estro mediante sistemas electrónicos o mediante cualquier otro sistema de detección de estro.

DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA ASOCIADA AL ESTRO

La duración de la actividad física medida mediante sistemas de monitoreo electrónico de actividad ha sido reportada con un valor de $16,1 \pm 4,7$ h (rango=4.0 a 28,0; Valenza et al., 2012). Esta duración del estro es comparable con la duración media (13,4 h) reportada para vacas monitoreadas para estro por observación visual (VO) de signos primarios o secundarios (Roelofs et al., 2004). En contraste, la duración del estro es considerablemente más larga que la duración promedio basada en el intervalo entre el primer y último evento de monta ($7,1 \pm 5,4$ h) detectado mediante sistema radiotelemétrico de monitoreo de monta (Dransfield et al., 1998). Las discrepancias para la duración del estro basada en medición de actividad o VO en

comparación con la detección de eventos de monta puede deberse al desfase entre la expresión de signos secundarios de estro y el evento de monta en vacas de alta producción (Valenza et al., 2012). Aún más, se ha reportado que los signos secundarios de comportamiento de estro y que pueden detectarse mediante VO o aumento de actividad, aumentan significativamente entre 1 a 3 h antes del inicio del evento de estro en vacas en lactancia.

TIEMPO DE IA EN RELACIÓN AL COMPORTAMIENTO DE ESTRO

El tiempo de IA en relación al comportamiento de estro en vacas lecheras ha sido un intensamente investigado durante los últimos 50 años debido a que el tiempo de IA en relación a la ovulación tiene un gran impacto sobre la tasa de preñez (Nebel et al., 1994). Debido a la corta vida media del ovocito en ganado bovino (Hunter, 2003), el intervalo desde la IA a la ovulación es crucial para optimizar la fertilidad en vacas lecheras inseminadas basadas en la actividad asociada al estro. El intervalo promedio desde la IA a la ovulación cuando se insemina basado en actividad física utilizando un sistema de monitoreo de la actividad es de 7.9 h (Valenza et al., 2012). Este valor es aparentemente adecuado considerando que permite un intervalo entre 6 a 8 h requerido para la fase de transporte de los espermatozoides al sitio de fecundación y de posterior capacitación espermática (Wilmot y Hunter, 1984). Sin embargo, existe un alto grado de variación en el intervalo de IA a la ovulación lo que afecta el resultado de preñez en sistemas basados en detección de actividad física. En total, un 21% de las vacas reciben IA entre 0 a 12 horas después de la ovulación, un intervalo que está relacionado con bajas tasas de fecundación y de calidad embrionaria en vacas en lactancia, posiblemente debido al envejecimiento del ovocito (Roelofs et al., 2006). En contraste, solo una vaca fue inseminada más de 24 h antes de la ovulación, un periodo que ha sido asociado a altas tasas de fecundación pero baja calidad embrionaria, posiblemente debido al envejecimiento de los espermatozoides (Roelofs et al., 2006). Basado en datos de estos estudios, se ha determinado que puede ser beneficioso reducir el intervalo entre la IA y la ovulación con el objetivo de que un mayor número de vacas sean inseminadas a un tiempo óptimo. Adicionalmente, es recomendable inseminar vacas algunas horas antes para reducir la probabilidad de inseminar vacas después o alrededor del tiempo de ovulación cuando son detectadas mediante sistema de monitoreo de la actividad. Sin embargo, se ha detectado que el intervalo desde el inicio de la actividad al estro aumenta proporcionalmente con el grado de actividad física, lo cual dificulta optimizar el intervalo desde la IA a la ovulación en una población completa cuando es inseminada utilizando sistema de monitoreo de actividad. En cualquier caso, el software del sistema de monitoreo ha sido utilizado para generar listas de vacas elegibles para IA dos veces al día basado en actividad de tal manera que las IA sean realizadas después de la primera ordeña (7 a 9 am) o después de la segunda ordeña (2 a 5 pm). En este sentido, una recomendación práctica para rebaños manejados con sistema de monitoreo de actividad es generar listas de vacas y realizar IA dos veces al día en vez de una, con el objetivo de minimizar la variación desde la IA a la ovulación y disminuir la tasa de preñez.



COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE DETECCIÓN ELECTRÓNICA DE ESTRO EN UNA LECHERIA COMERCIAL DE ESTADOS UNIDOS

Un estudio fue realizado en una lechería comercial de 1075 vacas Holstein en lactancia ubicada en Carolina del Norte, Estados Unidos, con el objetivo de comparar las eficiencias de detección de estro y las tasas de concepción para IA realizadas en base a detección por VO, HeatWatch (HW), ALPRO o combinaciones de los tres sistemas. Un total de 255 vacas entre 37 y 45 días en lactancia fueron incluidas en el estudio. En cada vaca se instaló un detector de actividad de monta HW (DDx Inc., Denver, CO, USA), un sensor de actividad física ALPRO (DeLaval Inc., Kansas City, MO, USA) o fueron observadas visualmente (VO) tres veces al día (0730, 0130 y 0100 h). El signo utilizado para declarar una vaca en estro fue el dejarse montar por otra vaca y el primer comportamiento de monta fue registrado como el inicio del estro. La IA de las vacas fue realizada luego de la ordeña en un rango de 4 a 14 horas después del inicio del estro. El diagnóstico de preñez fue realizado mediante palpación rectal entre 35 y 49 días posteriores a la IA. Un índice de temperatura humedad (THI) fue calculado para cada vaca en el día de estro ($THI = 0,45T + 0,55TH - 31,9 H + 31,9$; Tarazon-Herrera et al., 1999). Los efectos de los días en leche, paridad, eventos de monta, THI, inseminador, intervalo desde el inicio del estro y la IA sobre la tasa de concepción fueron determinados utilizando regresión logística mediante el software SAS (SAS Institute, Cary, NC, USA).

Las eficiencias de detección de estro combinadas y determinadas mediante comparación de los periodos de estro con un total teórico de 570 periodos fueron 49,3%, 37,2%, 48% y 80,2% para VO, ALPRO y HW y todos los sistemas combinados, respectivamente (Figura 1). La mayor eficiencia de detección de estro para un sistema por si solo fue alcanzada por VO (18,1%). En general, las tasas de detección de estro fueron menores a valores reportados previamente, lo que pudo deberse al efecto de la alta humedad y temperatura ambiental que afecto a los animales durante el estudio.

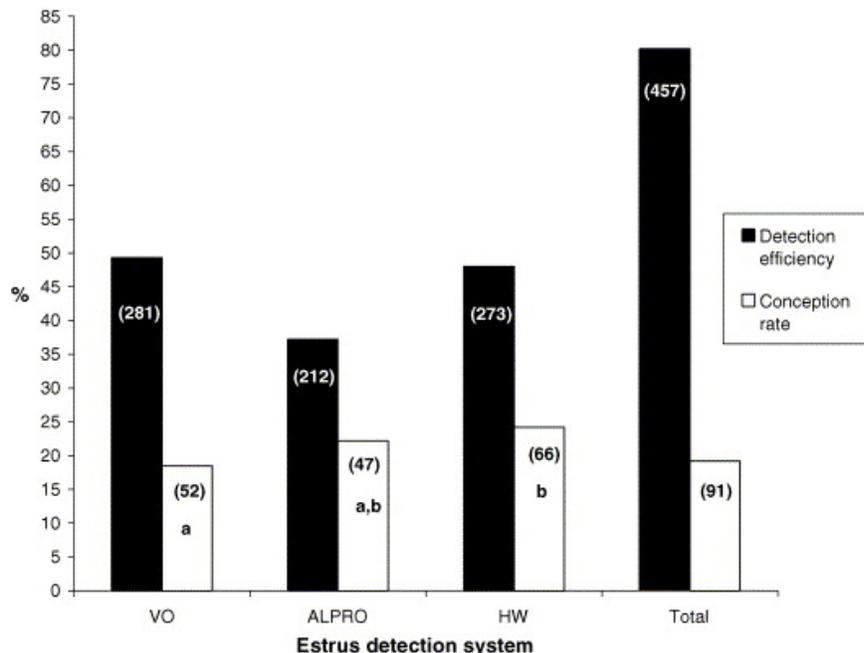


Figura 1. Eficiencia de detección de estro y tasas de concepción para vacas detectadas mediante sistemas VO, ALPRO, HW o combinación de los tres sistemas (n=457). Los números entre paréntesis indican los períodos de estro detectados. Los valores con superíndices distintos difieren estadísticamente ($P < 0,05$). (Peralta et al., 2005)

El número promedio de eventos de monta fue de $7,8 \pm 5,6$, valor que es similar a lo que se ha reportado previamente (Dransfield et al., 1998). La distribución circadiana del inicio del estro evidenció una mayor ($P < 0,05$) proporción de estros detectados por ALPRO entre 0001 y 0600 h (42,5%) comparado con otros intervalos. Estos valores sugieren que las vacas expresan una mayor intensidad de comportamiento de estro durante horas de la noche cuando no son interrumpidas por actividades propias de la lechería como alimentación, ordeña y limpieza.

Las tasas de concepción fueron mayores ($P < 0,05$) para vacas detectadas en estro por HW (24,2%) en comparación con VO (18,5%; Figura 1). Las tasas de concepción (LSM \pm EE) para las vacas detectadas por uno o más sistemas fue de $6,2 \pm 3,9$ (VO), $19,8 \pm 5,6$ (ALPRO), $17,3 \pm 5,0$ (HW), $22,8 \pm 7,0$ (VO+ALPRO), $26,9 \pm 4,6$ (VO+HW), $23,2 \pm 5,2$ (ALPRO+HW) y $18,4 \pm 4,7$ (VO+ALPRO+HW; Figura 2). La tasa de concepción de las vacas detectadas en estro por combinación de VO+HW fue la más alta ($P < 0,05$) en comparación con otros sistemas por si solos o en combinación y fue aproximadamente 20 puntos mayor que la tasa de concepción obtenida por vacas detectadas en estro mediante VO solamente. Consecuentemente, las vacas detectadas por VO no fueron correctamente identificadas en estro o el tiempo de su IA estuvo fuera del intervalo apropiado en relación al tiempo de ovulación. Adicionalmente, estos datos confirman que la utilización de distintos sistemas permite complementar la detección de diferentes signos asociados al comportamiento del estro.

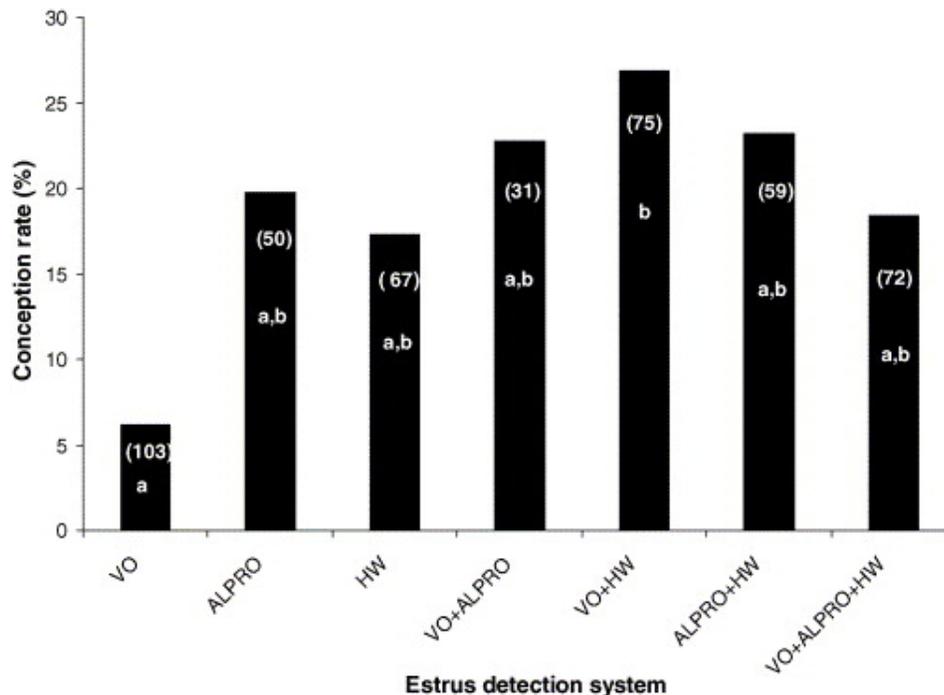


Figura 2. Tasas de concepción para vacas detectadas en estro por cada sistema (VO, ALPRO y HW) solo o en combinación con otros sistemas. Los números entre paréntesis indican los períodos de estros detectados. Los valores con superíndices distintos difieren estadísticamente ($P < 0,05$). (Peralta *et al.*, 2005)

Las IA realizadas bajo condiciones de bajo o medio índice de temperatura-humedad ($THI < 76$) obtuvieron mayores tasas de preñez (38,8%; $P < 0,05$) comparado con IA realizadas bajo condiciones de THI moderado ($THI > 76$; 17,6%). Estos datos indican que la combinación de alta temperatura y humedad ambiental afectan negativamente la función reproductiva posiblemente por supresión del desarrollo y la esteroidogénesis folicular o la reducción en los niveles de LH e inhibina plasmática afectando la calidad del ovocito y el desarrollo embrionario (Wolfenson *et al.*, 2000). El número de montas fue mayor en vacas primíparas comparado con vacas múltiparas ($P < 0,05$). Vacas con más de 80 días en leche mostraron menos ($P < 0,05$) eventos de monta.

En conclusión, la eficiencia de un sistema de detección de celo no debe ser el único criterio para su evaluación sin considerar las tasas de concepción asociadas. Un alto porcentaje de vacas detectadas mediante VO no resultaron preñadas debido probablemente a la errónea interpretación de los signos de celo o del tiempo de IA. En meses de verano con altos valores de THI, la eficiencia reproductiva puede disminuir a la mitad comparado con meses de invierno. La combinación de múltiples sistemas de detección de celo mejora la eficiencia en la detección de celos logrando mayores tasas de concepción en rebaños lecheros intensivos.

REFERENCIAS

- ALRICH RD. Endocrine and neural control of estrus in dairy cows. *J Dairy Sci* 1994, 77, 2738–2744.
- BAMBER RL, SHOOK GE, WILTBANK MC, SANTOS JEP, FRICKE PM. Genetic parameters for anovulation and pregnancy loss in dairy cattle. *J Dairy Sci* 2009, 92, 5739–5753.
- BRITT JH, SCOTT RG, ARMSTRONG JD, WIITACRE MD. Determinants of estrous behavior in lactating Holstein cows. *J Dairy Sci* 1986, 69, 2195–2202.
- CHEBEL RC, SANTOS JEP. Effect of inseminating cows in estrus following a presynchronization protocol on reproductive and lactation performances. *J Dairy Sci* 2010, 93, 4632–4643.
- DRANSFIELD MB, NEBEL RL, PEARSON RE AND WARNICK LD. Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *J Dairy Sci* 1998, 81, 1874–1882.
- HUNTER RHF 2003. The process of ovulation and sheeding of an oocyte. In *Physiology of the graafian follicle and ovulation*, pp. 262–286. Cambridge University Press, New York, NY, USA.
- HURNICK JF, KING GJ AND ROBERTSON HA. Estrous and related behavior in postpartum Holstein cows. *Appl Anim Ethol* 1975, 2, 55–68.
- LOPEZ H, CARAVIELLO DZ, SATTER LD, FRICKE PM, WILTBANK MC. Relationship between level of milk production and multiple ovulations in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 2005, 88, 2783–2793.
- LOPEZ H, SATTER LD, WILTBANK MC. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim Reprod Sci*, 2004, 81, 209–223.
- NEBEL RL, WALKER WL, MCGILLIARD ML, ALLEN CH, HECKMAN GS. Timing of artificial insemination of dairy cows: fixed time once daily versus morning and afternoon. *J Dairy Sci* 1994, 77, 3185–3191.
- NEVES RC, LESLIE KE, WALTON JS, LEBLANC SJ. Reproductive performance with an automated activity monitoring system versus a synchronized breeding program *J Dairy Sci* 2012, 95, 1-11.
- PALMER MA, OLMOS G, BOYLE LA, MEE JF. Estrus detection and estrus characteristics in housed and pastured Holstein-Friesian cows. *Theriogenology* 2010, 74, 255–264.
- PERALTA OA, PEARSON RE, NEBEL RL. Comparison of three estrus detection systems during summer in a large commercial dairy herd. *Anim Reprod Sci* 2005, 87, 1-2, 59-72.
- RANASINGHE RM, NAKAO T, YAMADA K, KOIKE K. Silent ovulation, based on walking activity and milk progesterone concentrations in Holstein cows housed in a free-stall barn. *Theriogenology* 2010, 73, 942–949.
- ROELOFS JB, BOUWMAN EG, DIELEMAN SJ, VAN EERDENBURG FJ, KAAL-LANSBERGEN LM, SOEDE NM, KEMP B. Influence of repeated rectal ultrasound examinations on hormone profiles and behaviour around oestrus and ovulation in dairy cattle. *Theriogenology* 2004, 62, 1337–1352.



- ROELOFS JB, GRAAT EA, MULLAART E, SOEDE NM, VOSKAMP-HARKEMA W, KEMP B. Effects of insemination-ovulation interval on fertilization rates and embryo characteristics in dairy cattle. *Theriogenology* 2006, 66, 2173–2181.
- SENGER PL. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *J Dairy Sci* 1994, 77, 2745–2753.
- STERRY RA, WELLE ML, FRICKE PM. Treatment with gonadotropin releasing hormone after first timed AI improves fertility in noncycling lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 2006, 89, 4237–4245.
- STEVENSON JS, CALL EP. Influence of early estrus, ovulation, and insemination on fertility in postpartum Holstein cows. *Theriogenology* 1983, 19, 367–375.
- TARAZON-HERRERA MJ, HUBER T, SANTOS J, MENA H, UNZO L, NUSSIO C. 1999. Effects of bovine somatotropin and evaporative cooling plus shade on lactation performance of cows during summer heat stress. *J. Dairy Sci* 82, 2352–2357.
- VALENZA A, GIORDANO JO, LOPES G JR, VINCENTI L, AMUNDSON MC, FRICKE PM. Assessment of an accelerometer system for detection of estrus and for treatment with GnRH at the time of insemination in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 2012, 95, 7115–7127.
- WALKER WL, NEBEL RL, MCGILLIARD ML. Time of ovulation relative to mounting activity in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1996, 79, 1555–1561.
- WILTBANK MC, GÜMEN A, SARTORI R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*, 2002, 57, 21–52.
- WILMUT I, HUNTER RHF. Sperm transport into the oviducts of heifers mated early in oestrus. *Reprod Nut Dev* 1984, 24, 461–468.
- WOLFENSON D, ROTH Z, MEIDAN R. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim Reprod Sci*, 2000, 60-61, 535-547.



OBSERVANDO EL COMPORTAMIENTO BOVINO PARA LOGRAR UNA REPRODUCCIÓN EFICIENTE

Behavioural observations as a key factor to obtain an efficient reproductive performance in cattle

A. C. Strappini^{1*}, L. Norambuena¹, M. Ratto^{1,2}

¹ Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral De Chile, Casilla 567. Campus Isla Teja, Valdivia, Chile

² Ross University School of Veterinary Medicine, Saint Kitts, W.I.

*anastrappini@uach.cl

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la identificación de vacas lecheras en celo mantenidas en pastoreo se basa en la observación visual de la aceptación de monta. Esta conducta se manifiesta cuando una hembra bovina permite ser montada por un macho u otra hembra del rebaño y permanece quieta por unos segundos. Sin embargo, en los últimos años la ocurrencia de la aceptación de monta parecería haber declinado o su duración se ha acortado (Roelofs *et al.*, 2010; Aungier *et al.*, 2015) y sólo el 50% de las hembras de un rebaño lo manifiestan (Brehme *et al.*, 2007). Por lo tanto para identificar animales en celo hoy en día necesitamos considerar otros signos, denominados “signos secundarios” (Van Eerdenburg *et al.*, 2002) y usar métodos complementarios. En el presente *paper* se describen dichos signos y se discute su precisión para ser usados como indicadores de hembras bovinas en celo bajo las condiciones del sur de Chile.

EL CELO EN LA HEMBRA BOVINA

El celo es el período de apareamiento de la hembra bovina, que ocurre en promedio cada 21 días, con una duración aproximada de 12 a 18 horas (Duchens y De los Reyes 2004). En este período las hembras muestran ciertos comportamientos los cuales son fundamentales para la detección del celo, el cual es uno de los componentes claves en el manejo de predios lecheros en lo que concierne a la fertilidad (Van Eerdenburg 2006).

En los últimos años se ha reportado una disminución en la identificación de animales con signos de celo la cual podría atribuirse a dos razones, la primera estaría relacionada a una reducción en la fertilidad de los animales debida a un aumento en la producción de leche. Varios autores reportan una correlación negativa entre estos parámetros; es decir, a mayor producción, menor es la fertilidad (Inostroza y Sepúlveda 1999, Buttler 2000, Sepúlveda *et al.*, 2001). La segunda razón se debería a un cambio en la expresión de la conducta sexual de los animales, donde la presentación de los signos secundarios cumpliría un rol muy importante. Por lo cual la observación de signos denominados secundarios tales como el olfateo de la

región ano-genital de otra hembra, el *flehmen* o el apoyo de quijada, durante la expresión del estro, adquiere cada día más importancia.

La disponibilidad de tiempo empleado para la detección de celo, como también el conocimiento adecuado de sus signos es de gran importancia, pero muchas veces es deficiente causando una baja en los índices de detección y pobre fertilidad (Webster *et al.*, 1997), lo que se traduce en un gran impacto económico para productores bovinos por prolongados lapsos interparto, gastos excesivos en vaquillas de reemplazo, inseminaciones fallidas y baja tasa de mejoramiento genético entre otros.

CAMBIOS DE LA CONDUCTA DURANTE EL ESTRO

Durante el período de estro o celo pueden reconocerse tres etapas: la atracción, la proceptividad y la receptividad (Fraser y Broom 1990).

La atracción se mide en función del grado en que la hembra evoca respuestas sexuales al macho. La respuesta depende tanto de los olores que ella produce como de su proceptividad, es decir, la medida en la que manifieste comportamiento de invitación o solicitud. En tanto que la receptividad es la predisposición de la hembra a aceptar el cortejo y la cópula del macho y es cuando se presentan diferentes signos de celo. La mayoría de los autores coinciden que en los bovinos el comienzo del celo se suele producir durante la noche o a primera hora de la mañana (Van Eerdenburg 2006), sin embargo en vacas de producción puede producirse a lo largo del día coincidentes con los periodos de ordeño.

A continuación se describen los signos asociados al celo reportados por van Eerdenburg *et al.*, (1996) y Sepúlveda y Rodero (2003):

Signo primario de celo

Aceptación de la monta: Ocurre cuando un animal queda quieto al ser montado por un macho o por otras hembras. Por ello, también se puede observar el pelo hirsuto en el flanco y base de la cola de la hembra que es montada.

Signos secundarios de celo

Dentro de estos signos se pueden describir:

Descarga de flujo vaginal: flujo mayor a 50 cm de longitud compuesto de un moco viscoso y limpio eliminado de la vagina que puede ir acompañado de tumefacción vulvar. Para la inseminación artificial tiene poco valor porque este signo puede ser visto durante varios días. Además estas descargas vaginales se visualizan poco en vacas que se encuentran en sistemas de pastoreo extensivos. Aunque es muy usado por productores, no es un indicador siempre asertivo en la detección de celo.

Mugido y otros signos: La vaca en celo muge más de lo normal. También suele observarse que la cola queda levantada y aumenta el número de veces que orina, no observándose tal incremento en el número de defecaciones.



Incremento de la actividad: La vaca se observa inquieta, el pastoreo y la alimentación quedan muchas veces interrumpidos, el tiempo de rumia se reduce y la producción de leche disminuye. Aumenta sus desplazamientos, e intenta montar o solicita ser montada por otras vacas sin reparar en el rango social (Hafez *et al.*, 1969).

Acicalamiento mutuo (allogrooming): el acicalamiento mutuo en forma de lamidos a otros animales también se incrementa en este período.

Flehmen: Tras los olfateos puede manifestar el reflejo de *flehmen* o levantamiento del labio superior. Aunque se observa con frecuencia durante el diestro, también tiene una alta frecuencia durante el estro. El *flehmen* es difícil de distinguir de otros tipos de conductas que no están relacionados al estro, como la inhalación de aire fresco del medio por lo que puede ser considerado de menor importancia para determinar si una vaca está en celo o no.

Olfateo de vulva a otra hembra: La vaca en celo suele olfatear a otra vaca o ser olfateada cerca de la cola por otro animal y empujarla. El animal que es receptor de esta actividad puede mostrar barro en sus costados y saliva sobre su espalda. El olfateo se produce durante el estro, así como entre los períodos de éste. A menudo es seguido por cajoling.

Apoyo de quijada: llamado también “*reflejo de papada*” en donde un animal apoya su quijada en la grupa de otra vaca. Se produce durante el estro, pero también durante el diestro, sin embargo, la frecuencia durante el estro es sustancialmente mayor y por lo tanto es un buen indicador de éste. A menudo es seguido el acto de montar a otra vaca.

Además de los signos anteriormente mencionadas, existen otras más generales, como la reducción del consumo voluntario y la producción de leche durante el estro (Van Eerdenburg, 2006). Sin embargo la baja en la producción de leche ocurre después de la disminución del consumo voluntario y no se manifiesta en todos los animales, por lo tanto, estos pueden ser considerados como factores importantes, pero en combinación con algunos de los comportamientos anteriormente señalados. Debido al roce producido por las montas entre animales, se suele presentar también el pelaje hirsuto en el flanco y cola, heridas superficiales en la piel, barro en los costados del animal y saliva sobre su espalda (Sepúlveda y Rodero 2003). Recientemente se ha reportado que cuando la hembra está en celo interrumpe su patrón de pastoreo y alimentación disminuyendo el tiempo empleado para la rumia (Reith y Hoy 2012, Ambriz-Vilchis, 2015).

IMPORTANCIA DE LA DETECCIÓN DE CELO

Para que se produzca la concepción, la inseminación debe tener lugar en el momento correcto del ciclo reproductivo de la hembra de tal modo que una

fertilización exitosa depende en gran medida del intervalo de tiempo ocurrido entre la inseminación y la ovulación (Roelofs *et al.*, 2010, Andringa *et al.*, 2013). En los rebaños lecheros comerciales la inseminación artificial ha ido reemplazando a la monta natural y a menos que se utilice un protocolo de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), es necesario una adecuada detección de celo para inseminar en el momento oportuno dado que la ovulación ocurre en promedio luego de 27 horas de iniciado el celo (Roelofs *et al.*, 2005, Cavestany *et al.*, 2008, Andringa *et al.*, 2013).

La pérdida de un ciclo reproductivo conlleva varios efectos productivos ya que incrementa en promedio el lapso interparto en tres semanas para una vaca afectada aumenta el costo en mano de obra y dosis de semen. A largo plazo disminuye el número de terneros nacidos por animal, la producción de leche total a lo largo de la vida productiva de la vaca y aumenta la tasa de reposición por problemas reproductivos ((Lyimo *et al.*, 2000, Sepúlveda y Rodero 2003).

El énfasis histórico en la detección de celo sufrió una disminución en los últimos años, como consecuencia del desarrollo de los programas de IATF (Matthew 2009), sin embargo el consumidor moderno está teniendo un impacto directo en el mercado, presentando una demanda creciente de productos “limpios, verdes y éticos”, tratando de reducir o eliminar el uso de químicos y hormonas (Martin y Kadokawa 2006). El uso de hormonas en la producción de alimentos está siendo objetado con más frecuencia por los consumidores de tal manera que la utilización de programas hormonales que utilicen estradiol-17 β y sus derivados ésteres en animales de consumo humano están prohibidos en los países miembros de la Unión Europea (UE) (European Union, 2003). En busca de encontrar otras alternativas, durante los últimos años se ha impulsado el estudio de los cambios conductuales de la hembra bovina durante el periestro (Sveberg *et al.*, 2011), sumado al desarrollo de sistemas alternativos económicos, confiables y precisos para detectar automáticamente el celo (Chanvallon *et al.*, 2014).

DETECCIÓN VISUAL DE HEMBRAS EN CELO

A pesar de la gran variedad de métodos disponibles, la observación visual es el método comúnmente utilizado para la detección de animales en estro (Heres *et al.*, 2000). Su fundamento se basa en la identificación de aquellas hembras bovinas que presentan cambios de comportamiento o signología. Para obtener buenos resultados es necesario que el observador presente conocimientos del comportamiento sexual, dedique el tiempo suficiente a las observaciones y que las vacas presenten signos evidentes durante el período de observación (Van Eerdenburg *et al.*, 1996, Firk *et al.*, 2002, Roelofs *et al.*, 2005, Cavestany *et al.*, 2008). Si bien la observación visual es descrita como una técnica simple y práctica, se pueden producir importantes errores debido a su mala implementación. Sepúlveda y Rodero (2002) indican que los ganaderos y encargados de la detección de celo en las explotaciones muestran un deficiente conocimiento de los signos de estro, además de dedicar poco tiempo a las tareas de detección. Roelofs *et al.*, (2005) encontró que utilizando solo el criterio de pasividad o aceptación de monta, se logra detectar un 19% de las hembras en celo, realizando observaciones dos veces al día durante 30 minutos, los valores aumentan a 30% cuando se realizan tres



observaciones diarias, cuando además se utiliza el criterio de intentar montar a otros animales la detección de celo es de un 61%, por otro lado Van Eerdenburg *et al.*, (1996), indican que se puede detectar un 100% de los celos cuando se realizan doce observaciones diarias de 30 minutos, mientras que el máximo que se logra con dos observaciones diarias es un 74% de detección.

UN CASO DE ESTUDIO EN EL SUR DE CHILE

Recientemente se ha llevado a cabo un estudio en la Estación Experimental Agropecuaria Austral (E.E.A.A.) de la Universidad Austral de Chile, entre Agosto y Octubre de 2014. El objetivo de dicho estudio fue determinar la relación de los signos primarios y secundarios de la expresión del estro con el nivel de progesterona plasmática, el estado ovárico y la actividad física durante los primeros cincuenta días posparto en vacas primíparas a pastoreo en el sur de Chile. Para ello se utilizaron 27 vacas sanas, primíparas, Holstein Friesian X Frisón Negro. A partir del día 10 post-parto se observó y registró el comportamiento de celo tres veces al día (08:00 h, 12:00 h y 17:30 h) durante 30 minutos. Se utilizó un muestreo de tipo focal con registro de conductas específicas a intervalos de tiempo definidos. A partir del día 10 post-parto dos observadores, previamente entrenados, observaron simultáneamente a los animales tres veces al día durante 30 minutos: a las 08:00 h, 12:00 h y 17:30 h respectivamente por 40 días (figura 1). Tanto la primera como la última observación diaria se llevaron a cabo después de la ordeña.

Las observaciones se realizaron hasta el día 50 post-parto (en total 40 días continuos de observación de cada animal focal). Se utilizó un muestreo de tipo focal con registro de conductas específicas a intervalos de tiempo definidos. Se registró la ocurrencia espontánea de los siguientes eventos asociados al celo: *flehmen*, *cajoling*, olfateo de vulva a otra hembra, apoya quijada en grupa de otro animal, monta por la cabeza, monta o intenta montar, es montada, acepta la monta. Además se registró si el animal estaba inquieto y si presentaba descarga de mucus vaginal. A cada signo se le asignó un puntaje de acuerdo al protocolo descrito por van Eerdenburg *et al.*, (1996) (Tabla 1). Se registró la ocurrencia espontánea del signo primario aceptación de monta y de los signos secundarios: *flehmen*, *cajoling*, olfateo de vagina de otra hembra, apoya quijada en grupa de otro animal, monta por la cabeza, monta o intenta montar y es montada.

Se definieron dos intensidades de celo de acuerdo al tipo de signo que presentara las vacas. Siendo el celo de *intensidad alta* aquel que presentara el signo primario de aceptación de monta. La *intensidad de celo baja* era aquella hembra bovina que presentó una conducta asociada al celo solo con signos secundarios. El *celo silente* se definió como aquel celo que no esté acompañado con signos externos del celo, ya sean primarios o secundarios.

Simultáneamente cada vaca fue equipada con un collar ALPRO™ (DeLaval 2005) para registrar electrónicamente la actividad física diaria del animal. Cuando un animal era identificado (visual o a través del equipo electrónico) como en celo, se monitoreaban las estructuras ováricas del animal mediante ultrasonografía

transrectal, y se medía el tamaño del folículo pre-ovulatorio. Los celos fueron confirmados como verdaderos cuando el nivel plasmático de progesterona era $\leq 1\text{ng/ml}$.

Tabla 1. Escala de puntos para el registro de signos asociados al celo, adaptado de Van Eerdenburg *et al.*, (1996)

Signos de celo	Puntuación
Primario <i>Acepta la monta</i>	100
Secundarios	
<i>Descarga mucosa vaginal</i>	3
<i>Flehmen/Cajoling</i>	3
<i>Inquietud*</i>	5
<i>Es montada (se mueve)</i>	10
<i>Olfateo de la vulva a otra vaca</i>	10
<i>Apoyo de la quijada en otra vaca</i>	15
<i>Monta (o intento) a otra vaca</i>	35
<i>Monta lateral o por la cabeza a otra vaca</i>	45

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EXPRESIÓN DE SIGNOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS ASOCIADOS AL CELO

El 100% de las hembras (27/27) mostró al menos un signo secundario asociado al celo durante los 40 días de observación. Sólo el 22% (6/27) de los animales mostró el signo primario de aceptación de monta. Los días de mayor número de observaciones de signos de celo fueron cuando se presentaron signos primarios acompañados por signos secundarios, los cuales ocurrieron entre los días 32 al 44 post parto.

DETERMINACIÓN DE CELOS PROBABLES POR OBSERVACIÓN DE SIGNOS ASOCIADOS AL CELO, CONFIRMACIÓN DE CELOS VERDADEROS Y ESTIMACIÓN DE CELOS FALSOS POSITIVOS

En base al puntaje brindado por van Eerdenburg *et al.*, (1996), se determinaron 44 celos probables por observación visual en 25 animales. De estos 44 celos probables, el 16% (7) incluyeron al signo primario de aceptación de monta. En tanto que el 84% (37) de celos fueron determinados a través sólo de signos secundarios (Tabla 2).

De los 44 celos probables obtenidos mediante observación visual, 27 (61.4%) fueron confirmados como celos verdaderos. Aquellos celos que incluyeron al signo primario de aceptación de monta fueron confirmados en su totalidad (100%) como celos verdaderos con niveles de $P4 \leq 1\text{ng/ml}$. En tanto que de los 37 celos que llegaron al puntaje por la ocurrencia solamente de signos secundarios, 20 (54%) fueron confirmados como verdaderos presentando niveles de $P4 \leq 1\text{ng/ml}$, resultando un gran número de celos falsos positivos 46%.



Tabla 2. Frecuencia de ocurrencia de signos primarios y secundarios de conductas asociadas al celo obtenida a través de observación visual (score ≥ 50 puntos, van Eerdenburg *et al.*, (1996)), celos confirmados con los niveles plasmáticos de progesterona y celos falsos positivos

Conductas asociadas al celo y tipo de signos expresados		n	%
Conductas asociadas al celo (celos probables)			
	<i>Con signo primario</i>	7	16%
	<i>Sólo signos secundarios</i>	37	84%
<i>Total</i>		44	100%
Celos confirmados ($P_4 \leq 1\text{ng/ml}$)			
	<i>Con signo primario</i>	7	100%
	<i>Sólo signos secundarios</i>	20	54%
Celos falsos positivos ($P_4 > 1\text{ng/ml}$)			
	<i>Con signo primario</i>	0	0%
	<i>Sólo signos secundarios</i>	17	46%

En relación a la expresión de signos primarios y secundarios y su asociación con los niveles plasmáticos de progesterona, la totalidad de vacas con el signo primario de aceptación de monta presentaron niveles por debajo de 1 ng/ml de progesterona en sangre, confirmando que se trataba de celos verdaderos. Lo anterior contrasta con la presentación de signos secundarios, en el cual sólo el 54 % de los celos presentaron niveles de progesterona por debajo de este rango. Esto se explicaría por lo reportado por Davidge *et al.*, (1987), quienes mencionan que la aceptación de monta es el signo de comportamiento de estro más sensible a la inhibición producida por la progesterona y los signos secundarios de estro, como apoya quijada y monta, a pesar de tener un decrecimiento lineal en frecuencia de apariciones a medida que aumenta la progesterona, no es suprimida en mayor medida.

CONCLUSIÓN

Basados en los antecedentes presentados en este manuscrito podemos concluir que: No todos los animales confirmados en celo mediante niveles de progesterona presentan el signo primario de “aceptación a la monta” por observación visual.

Se puede identificar por observación visual vacas de primer parto en celo considerando sólo los signos secundarios, sin embargo el número de falsos positivos es elevado.

El registro de signos secundarios de celo puede ser utilizado como un método complementario para aumentar la eficiencia en la detección de celos.

RESUMEN

Durante muchos años se consideró que el signo de celo más característico en la hembra bovina es la aceptación de la monta que ocurre cuando el animal permanece “quieto al ser montado”. Sin embargo parecería que la expresión de esta conducta ha disminuido en los últimos años o no todos los animales lo manifiestan. A continuación se presentan los resultados de un estudio recientemente realizado en el sur de Chile donde se determinó la relación de los signos primarios (aceptación y pasividad a la monta) y secundarios (flehmen, cajoling, olfateo de vulva de otra hembra, apoya quijada en grupa de otro animal, monta por la cabeza, monta o intenta montar y es montada) de la expresión del celo con el nivel de progesterona plasmática y el estado ovárico del animal durante los primeros cincuenta días posparto en vacas primíparas mantenidas en un sistema a pastoreo. Los celos fueron confirmados como verdaderos cuando el nivel plasmático de progesterona era ≤ 1 ng/ml. Los resultados de dicho estudio muestran que sólo el 22 % de los animales determinados como “en celo” presentaron el signo primario de “aceptación a la monta”. Se logró identificar por observación visual vacas primíparas en celo considerando sólo los signos secundarios, siendo olfateo de vulva (54%) y apoya quijada (21%) los signos más frecuentes expresados por estos animales. Se encontró una asociación estadísticamente significativa ($P < 0,05$) entre la intensidad del celo con el nivel de P4 plasmática, la totalidad de vacas que presentaron el signo primario de aceptación de monta tenían niveles por debajo de 1 ng/ml de progesterona en sangre, confirmando que se trataba de celos verdaderos. Se presentan evidencias de que es posible identificar vacas en celo considerando sólo los signos secundarios, sin embargo el número de falsos positivos es elevado y el registro de estos signos debe ser empleado como método complementario.

REFERENCIAS

- AMBRIZ-VILCHIS, V., NS JESSOP, RH FAWCETT, DJ SHAW AND AI MACRAE. 2015. Comparison of rumination activity measured using rumination collars against direct visual observations and analysis of video recordings of dairy cows in commercial farm environments. *J. Dairy Sci.* 98, 1750-58.
- ANDRINGA, M, D CAVESTANY, & F V EERDENBURG. 2013. Relaciones entre la expresión de celo, tamaño del folículo y ovulación en vacas de leche en pastoreo. Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay.
- AUNGIER, S P M, J F ROCHE, P DUFFY, S SCULLY, AND M A CROWE. 2015. The relationship between activity clusters detected by an automatic activity monitor and endocrine changes during the peri-estrous period in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98, 1666-84.
- BREHME U, U STOLLBERG, R HOLZ, T SCHLEUSENER. 2007. ALT pedometer— New sensor-aided measurement system for improvement in oestrus detection. *Comp Elect Agric* 62, 73-80.
- BUTLER WR. 2000. Nutritional effects on resumption of ovarian cyclicity and conception rate in post-partum dairy cows. *Anim Sci* 26, 133–145.



- CAVESTANY D, M FERNANDEZ, M PEREZ, G TORT, A SANCHEZ, R SIENRA. 2008. Oestrus behaviour in heifers and lactating dairy cows under a pasture-based production system. *Vet Quart* 30, 10-36.
- CHANVALLON, A., S. COYRAL-CASTEL, J. GATIEN, J. LAMY, D. RIBAUD, C. ALLAIN, P. 2014. Clément and P. Salvetti. Comparison of three devices for the automated detection of estrus in dairy cows. *Theriogenology* 82, 734–741
- DAVIDGE ST, JL EIELBOLD, PL SENGER, JK HILLERS. 1987. Influence of varying levels of blood progesterone upon estrous behavior in cattle. *J Anim Sci* 64, 126-132
- DeLaval. 2005. Libro de instrucciones ALPRO™ ver 6,50/ Sistema de medición de actividad DeLaval, 70 p.
- DUCHENS M, M DE LOS REYES. 2004. Ciclo estral de la hembra bovina. Departamento Fomento de la Producción Animal, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Apunte docente N°55. 15 p.
- European Union, 2003. Directive 2003/74/EC of the European Parliament and of the Council amending Council Directive 96/22/EC concerning the prohibition on the use of stock farming of certain substances having a hormonal or thyrostatic action and of beta agonists. Off. J. Eur. Union, L262 of 14.10.2003, 17–21
- FIRK R, E STAMER, W JUNGE, J KRIETEN. 2002. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. *Livest Product Scien* 75, 219-232.
- FRASER AF, DM BROOM. 1990. Farm animal behaviour and welfare. *Bailliere Tindall*. Londres, Reino Unido, 547 pp.
- HAFEZ ESE, MW SCHEIN, R EWBANK. 1969. The behaviour of cattle En Hafez ESE (Ed.) *The behaviour of domestic animals*. Bailliere, Tindall and Cassell. Londres, Reino Unido. pp. 235-295
- Holtz W, Meinhardt H. 1993. Determination of oestrus in cattle. *Reproduction in Domestic Animals* 28, 315-341.
- HERES, L., S.J. DIELEMAN AND F. VAN EERDENBURG. 2000. Validation of a new method of visual oestrus detection on the farm. *Vet. Q.* 22, 50-5
- INOSTROZA A, N SEPÚLVEDA. 1999. Actividad reproductiva postparto en vacas lecheras frisonas. *Arch Zootec.* 48, 429-432.
- LYIMO ZC, M NIELEN, W OUWELTJES, TAM KRUIP, FJCM VAN EERDENBURG. 2000. Relationship among estradiol, cortisol and intensity of estrous behavior in dairy cattle. *Theriogenology*; 53, 1783-1795.
- MARTIN GB, KADOKAWA H. 2006. Clean, green and ethical animal production. Case study: reproductive efficiency in small ruminants. *The Journal of Reproduction and Development*, 52, 145-152.
- MATTHEW L. 2009. Celo: Biología básica y mejoramiento de la detección. *Taurus*; 11, 25-27.
- REITH, S AND S. HOY. 2012. Relationship between daily rumination time and estrus of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95, 6416-6420
- ROELOFS JB, FJ VAN EERDENBURG, NM SOEDE, B KEMP. 2005. Various behavioral signs of and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology* 63, 1366-1377.

- ROELOFS J, F LÓPEZ, R HUNTER, F VAN EERDENBURG, CH HANZEN. 2010. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. *Theriogenology* 74, 327-344.
- SENGER P. 1994. The estrus detection problem: New concepts, technologies, and possibilities. *J Dairy Sci* 77, 2745-2753.
- SEPÚLVEDA N. 2001. Limitantes en los programas de inseminación artificial en ganaderías lecheras del sur de Chile. *Rev Inv Vet, Perú* 12: 105-110.
- SEPÚLVEDA, N, E RODERO. 2002. Evaluación de la detección de celo en explotaciones lecheras. *Revista Científica de Veterinaria. FCV-LUZ* 12:169-174.
- SEPÚLVEDA N, E RODERO. 2003. Comportamiento sexual durante el estro en vacas lecheras. *Interciencia* 28, 9.
- SVEBERG, G., AO REFSDAL, H W ERHARD, E KOMMISRUUD, M ALDRIN, I F TVETE, F BUCKLEY, A WALDMANN, AND E ROPSTAD. 2011. Behavior of lactating Holstein-Friesian cows during spontaneous cycles of estrus. *J. Dairy Sci.* 94, 1289–1301
- VAN EERDENBURG FJ, HS LOEFFLER, JH VAN VLIET. 1996. Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. *Vet Quart* 118, 52-54.
- VAN EERDENBURG, FJ, D KARTHAUS, MAM TAVERNE, I MERCIS, & O SZENCI. 2002. The relationship between estrous behavioral score and time of ovulation in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 85, 1150-1156.
- VAN EERDENBURG F. 2006. Estrus detection in dairy cattle: How to beat the Bull. *Vlaams Diergeneeskd Tijdschr* 75, 61-69.
- WEBSTER FB, IJ LEAN, MA CURTIS. 1997. A case-control study to identify farm factors affecting fertility of dairy herds: multivariate description of factors. *Aust Vet J* 75, 262-265.



AVANCES EN NUTRICIÓN Y FERTILIDAD EN GANADO LECHERO EN CONFINAMIENTO Y A PASTOREO

Advances in nutrition and fertility in confined and grazing dairy cattle

P. Meléndez, MV, MS, PhD

Profesor Asociado

Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad de Missouri, EEUU

900 East Campus Drive, Columbia, MO 65211

melendezp@missouri.edu

INTRODUCCIÓN

Los pilares fundamentales de cualquier sistema de producción animal son la nutrición, la reproducción, la sanidad, el bienestar animal, la genética y los recursos humanos. Ellos se interrelacionan íntimamente y determinan la eficiencia productiva y la rentabilidad de los sistemas en cuestión.

La relación entre la nutrición y la fertilidad ha sido intensamente estudiada en todo el mundo y aun continua siendo un área de considerable investigación. Una adecuada fertilidad no se verá expresada si la nutrición y el manejo alimentario son sub-óptimos. En este artículo abordaremos algunos aspectos básicos y generales que caracterizan esta relación en el ganado bovino lechero junto con analizar los últimos avances que se han reportado en esta área. Particular énfasis se indicará cuando haya diferencias marcadas entre rebaños manejados en confinamiento y aquellos manejados en base a pastoreo.

CONCEPTOS BÁSICOS

La fertilidad es un concepto amplio y complejo y los indicadores de fertilidad son muy variados y relativos de interpretar. A modo de ejemplo, algunos de los indicadores de fertilidad que han sido más utilizados en ganado bovino lechero a través del tiempo son el “intervalo entre partos”, el “intervalo parto concepción” o “días abiertos”, el “intervalo parto primer servicio” y “parto primer celo”, el “número de servicios por concepción” y la “tasa de concepción”. Sin embargo hoy por hoy el indicador más certero, que abarca la mayoría de los antes mencionados y que es sinónimo de eficiencia reproductiva, es la **Tasa de Preñez**, la cual se define como el producto entre la **Tasa de Concepción** y la **Tasa de Detección de Celos (TC x TDC)**. Este indicador es especialmente válido en rebaños que usan inseminación artificial (IA) y es menos eficiente y difícil de calcular en rebaños que usan toros o monta natural y que además concentran sus pariciones en un sistema tanto mono-estacional como bi-estacional, típico de los rebaños a pastoreo del sur de Chile. Una nutrición y alimentación óptima se verán reflejadas en una máxima expresión de la tasa de preñez. Esta última expresión es válida siempre y cuando el confort o bienestar del animal sea el adecuado, vale decir, el ambiente debe ser el óptimo para que el animal exprese su potencial, entiéndase por ello un acceso al alimento adecuado,

aporte de agua en cantidad y calidad, espacios de comederos y bebederos, sombra, pisos o camas donde las vacas transiten y se puedan echar confortablemente, densidad animal, etc.

El manejo nutricional se debe enfocar hacia una óptima producción de leche, sin descuidar la sanidad y la fertilidad del animal. Cuando se alimenta para optimizar la producción de leche, la fertilidad se puede ver afectada en forma negativa. Esta relación inversa ha sido reportada en forma frecuente. Si se analizan y se comparan los estudios llevados a cabo en ganado lechero durante los últimos 30 años se verá que esta relación es muy consistente.

Debido al avanzado progreso genético, las vacas lecheras en la actualidad pueden incluso llegar a producir cantidades de leche inimaginables para el ser humano. En la raza Holstein, a modo de ejemplo, se han reportado producciones por sobre los 15,000 kg de leche por lactancia o > 50 kg de leche en promedio por vaca al día, con producciones al peak de lactancia de 80 a 90 litros al día. Desafortunadamente, la capacidad de consumo de alimento por parte de este animal es limitada como para cubrir los niveles de producción durante el primer tercio de lactancia y el animal debe recurrir a sus reservas corporales para lograr tal producción. Al mismo tiempo, el animal debe hacer preponderar aquellos procesos fisiológicos que son prioritarios para él. En este caso, los procesos reproductivos son secundarios para el animal cuando se trata de producir leche. En otras palabras, el animal utilizará al máximo los nutrientes para expresar el nivel genético de producción de leche antes de derivar esos mismos nutrientes a los procesos reproductivos.

El ciclo de producción de una vaca lechera requiere de un manejo alimentario que cubra estratégicamente los períodos respectivos. Los efectos de una nutrición inadecuada en el ganado lechero incluyen un retardo en la pubertad, un anestro postparto prolongado, una disminución marcada en la condición corporal (CC) durante el postparto temprano y bajas tasas de concepción y/o tasas de inseminación.

Los sistemas de producción en base a pastoreo se establecen en regiones donde las condiciones ambientales permiten condiciones óptimas de crecimiento de las praderas, los costos de la tierra aún son aceptables y se presenta un bajo costo de oportunidad del uso de la tierra. En este escenario, el manejo nutricional de las vacas a pastoreo se va a ver influenciado principalmente por la carga animal. Al incrementar la carga animal se podrá ver afectada la producción por vaca, pero se podrá ver incrementada la producción por hectárea. El desafío es tratar de buscar la carga animal óptima que logre la mayor producción por vaca y por hectárea, sin afectar los procesos reproductivos, la salud y el bienestar de las vacas. Otro punto a considerar, es que la evaluación de los sistemas productivos se debe basar más en los sólidos producidos (kg) que los litros de leche producidos (litros o kg), ya que últimamente la adición de agua a la leche tiene un costo adicional. Por ejemplo, una vaca que produce 500 kg de grasa y proteína en un volumen de 5000 kg de leche va a generar una mayor rentabilidad que una vaca que produce la misma cantidad de



grasa y proteína en 7500 kg de leche. Esto es debido a que la segunda vaca va a requerir sintetizar 120 kg adicionales de lactosa (2500 kg de leche x 48 g de lactosa por kg de leche). Debido a que la disponibilidad y el valor nutritivo de la pradera varían a través del año, el manejo reproductivo y ciclo productivo de la vaca lechera bajo condiciones pastoriles se deberá acomodar a las características de crecimiento y calidad de la pradera a través del año.

NUTRIENTES ESENCIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y FERTILIDAD

Los aspectos nutricionales a considerar para optimizar la producción de leche y la fertilidad del ganado lechero son la energía (carbohidratos no estructurales o azúcares solubles y carbohidratos estructurales o fibra), la proteína (tanto en calidad como en cantidad), los minerales, las vitaminas y por supuesto el agua de bebida.

La energía es un concepto abstracto, pero que se puede abordar a través de la evaluación de la condición corporal (CC). La escala más utilizada es la escala de 1 a 5 con incrementos de $\frac{1}{4}$ de punto siendo el valor 1 un animal emaciado y el valor 5 un animal extremadamente obeso. Ambos extremos son malos. Durante el ciclo productivo la vaca lechera debe alcanzar diferentes condiciones corporales. Al parto la vaca debe parir con una CC de 3.25 a 3.5. A los 60 a 90 días el animal debe alcanzar una CC no menor a 2.5. Si el animal pierde más de una unidad entre el parto y los 100 días postparto verá comprometida su fertilidad en forma considerable. La pérdida en CC durante el período postparto es un fenómeno normal debido a que los requerimientos son mayores a los aportes ofrecidos por la dieta y al nivel de consumo de alimento del animal. Así, el animal debe recurrir a sus reservas corporales para suplir la deficiencia dietaria y de consumo de alimentos. No obstante si la CC al parto es extremadamente baja el animal no podrá expresar su máximo potencial productivo y si es excesivamente alta el animal tendrá problemas al parto, menor consumo de alimentos y una mayor incidencia de enfermedades metabólicas tales como hígado graso y cetosis. Después de los 100 días de lactancia la producción de leche empieza a disminuir en forma paulatina y el animal es capaz de consumir mayores cantidades de alimento. Así, la vaca comienza a recuperar la CC perdida durante el postparto temprano. Si la vaca se ha preñado se debe secar a los 7 meses de gestación, para dar un descanso y preparación de 2 meses a la glándula mamaria para la siguiente lactancia. El animal debería ser secado con una CC 3 a 3.25 y recuperar en 2 meses $\frac{1}{4}$ de CC necesaria para llegar a una CC al parto de 3.25 a 3.5. El animal nunca debe perder CC durante el periodo seco. Además, durante los últimos 21 días de gestación se debe empezar la adaptación del animal a las condiciones de producción y dietas altamente energéticas que recibirá durante el periodo postparto.

La proteína es un nutriente que debe ser considerado tanto en cantidad como en calidad. Una vaca requiere de proteína tanto degradable como no degradable en el rumen. La proteína es esencial para la producción de leche ya que el animal requiere

de ciertos aminoácidos esenciales para la síntesis de caseína y otras proteínas menores de la leche. Tanto la deficiencia como un exceso de proteína tienen un impacto negativo en la fertilidad del ganado bovino lechero. Una deficiencia va a afectar dramáticamente la producción de leche pero también la fertilidad del animal. Un exceso de proteína también ha demostrado ser detrimental para la fertilidad de las vacas en producción. Todo exceso de proteína es finalmente convertido en urea en el hígado del animal. La urea puede ser reciclada hacia el rumen del animal y reutilizada para la síntesis de proteína microbiana. No obstante, el exceso de urea podría ser tóxico para el ambiente uterino y oviducto afectando tanto los gametos como el embrión, con la consiguiente reducción en fertilidad. Un exceso relativo de proteína también puede ocurrir cuando la dieta es deficiente en energía. Esto se va a traducir en mayores producciones de amonio ruminal y urea en el cuerpo del animal, produciendo el mismo efecto negativo antes mencionado. El tema del exceso de urea y su impacto negativo en fertilidad ha sido un tópico muy controvertido. Se ha señalado que valores de nitrógeno ureico en leche (46% de la urea) mayores a 16-19 mg/dl se han asociado con fertilidad reducida en ganado lechero. No obstante otros estudios no han encontrado esta asociación negativa. Lamentablemente, en ganado a pastoreo en el sur de Chile se debe lidiar en primavera con forrajes altísimos en proteína y por ende inevitablemente los niveles de urea incrementarán en sangre y leche, y poco se puede hacer al respecto, salvo aportar más carbohidratos solubles en la ración, lo que va a incrementar los costos de alimentación y los riesgos de acidosis ruminal.

Los minerales deben ser balanceados en condiciones prácticas de manejo nutricional y por ende se deben manejar en forma de premezclas minerales tanto añadidas a la dieta total como en comederos especiales donde el animal consume a su entera voluntad. Los microminerales con cierto rol directo en los procesos reproductivos son el zinc, el selenio, el cobre, cobalto y manganeso. En caso de deficiencias o excesos se han reportado casos de abortos, mortalidad embrionaria, anestro, y quistes ováricos.

Al igual que los minerales, las vitaminas son nutrientes esenciales que se requieren en cantidades pequeñas. Las vitaminas A, D y E deben ser aportadas en la dieta por que el animal no las produce. En cambio las vitaminas del complejo B y la vitamina C pueden ser producidas por los microorganismos del rumen, y por lo tanto, a diferencia de las otras, no requieren ser aportadas en la dieta, salvo en situaciones extremas de producción de leche. Las vitaminas A y E son muy importantes para los procesos reproductivos (retención de placentas, mortalidad embrionaria, repetición de calores, etc.) y en general también deben ser ofrecidas en formas de premezclas en conjunto con los minerales. También se pueden inyectar si esto es necesario. En animales a pastoreo y durante los meses de primavera, las vitaminas A, D, y E quizás no sean necesarias suplementarlas en la dieta, debido al gran aporte que hace el forraje verde de la pradera. No obstante, en meses de invierno, con un bajo aporte de pradera fresca, se recomienda considerar una suplementación de estas vitaminas.



El método que más se adecua a aportar una dieta balanceada en todos los nutrientes son las dietas completas ofrecidas por un carro mezclador. Si la dieta se prepara debidamente y se ofrece en forma homogénea el animal podrá consumir todos los nutrientes sin poder seleccionar a su gusto. Desafortunadamente, los otros sistemas, tales como el pastoreo, concentrados ofrecidos en la sala de ordeña o sobre los forrajes en comederos, no permiten un consumo homogéneo de todos los nutrientes en forma simultánea, lo cual puede llevar a ciertos desfases en la fermentación ruminal y a ciertos disturbios digestivos tales como acidosis ruminal, deficiencia en la síntesis de proteína microbiana, indigestiones simples, etc. Es por esto que en mi opinión, el sistema que mejor se adapta a las condiciones del sur de Chile son rebaños que son suplementados con una ración completa antes o después del ordeño, sobre todo durante el otoño y el invierno, que reciban una mínima cantidad de concentrado en la sala y luego vuelvan a su pradera a complementar lo que les falta.

A pesar de existir una asociación negativa entre producción de leche y fertilidad, se debe enfatizar que no es una relación de causa y efecto y por ende hay situaciones en que rebaños bien manejados pueden presentar niveles productivos extremadamente altos (42 a 44 litros promedio por vaca al día) con cifras de fertilidad también a un alto nivel (Tasas de Preñez de 22 a 25%). Por lo tanto, los factores de manejo de los rebaños pueden ser más limitantes para la fertilidad de vacas lecheras contemporáneas que su nivel genético *per se*.

Las vacas lecheras de alta producción son más susceptibles a desórdenes de tipo metabólico y enfermedades en general durante el parto y la lactancia temprana. Estas enfermedades se asocian a mayores pérdidas de CC durante el postparto, y elevados niveles de ácidos grasos no esterificados (NEFA, en inglés) al momento del parto. Estas son vacas que presentan una marcada supresión de su inmunidad postparto, con mayores incidencias de retención de membranas fetales, metritis y mastitis, hipocalcemia e hipomagnesemia, cetosis, desplazamientos del abomaso e hígado graso. Además son animales que se retardan más en normalizar su ciclicidad postparto, con una concepción y tasa de preñez disminuida.

Aquellas vacas, que logran adaptarse en forma exitosa desde su estado preparto al proceso de lactancia y que pueden evitar desbalances metabólicos y fisiológicos van a ser capaces de sostener una alta producción de leche y a la vez lograr una fertilidad adecuada y un estado de salud encomiable. Por lo tanto aquellas vacas de alta producción y que presentan problemas de fertilidad se puede atribuir a un balance energético negativo más severo debido a un inadecuado manejo del periodo de transición y/o a un incremento en la incidencia de enfermedades del parto.

METAS REPRODUCTIVAS EN SISTEMAS DE PASTOREO CON PARICIÓN ESTACIONAL

El objetivo de los sistemas de parición estacional es hacer calzar los requerimientos de la vaca con los aportes de la pradera. Para alcanzar esta meta, un 90% del rebaño debería parir en un periodo de 6 semanas a finales de invierno y principios de primavera. Este es el típico sistema mono estacional Neozelandés que también se lleva a cabo en Chile. Para lograr el objetivo planteado se debe tener en consideración: (i) Todas las vacas deben haber parido antes de iniciarse la época de montas (ii) $\geq 70\%$ de las vacas deberían estar ciclando cuando se inicia la época de montas (iii) $\geq 90\%$ de las vacas lactantes deberían ser consideradas para un programa de IA a tiempo fijo durante los primeros 21 días de la época de montas, (iv) la Tasa de Preñez para las primeras 6 semanas de la época de montas debería ser de $\geq 70\%$ y para el periodo total de 12 semanas de $\geq 90\%$ (v) la duración de la época de montas y/o IA debería ser de ≤ 12 semanas. Bajo este escenario, claramente las vacas deben recuperar prontamente su ciclicidad postparto y tener una alta probabilidad de establecer y mantener la preñez después de la monta o IA. El mismo concepto es válido para los sistemas bi-estacionales de parición.

BALANCE ENERGÉTICO Y CONDICIÓN CORPORAL

Ya se mencionó que el balance energético postparto es quizás el factor más importante que influye el estado reproductivo de la vaca lechera. En general las vacas durante el postparto temprano pierden entre un 30 a 40% de sus reservas corporales de grasa, pero en casos extremos a veces pueden llegar a perder hasta un 80% de las reservas corporales bajo situaciones de un mal manejo nutricional del rebaño. En general, las vacas manejadas bajo pastoreo son más delgadas o pierden más CC durante el postparto que vacas manejadas bajo confinamiento y alimentadas con raciones completas. Esta conclusión se corrobora con estudios llevados a cabo en rebaños a pastoreo donde la incidencia de vacas con $\geq 0,7$ mM de NEFA y $\geq 0,96$ mM de betahidroxi butirato (BHB) o cetosis subclínica durante el periodo postparto fue de 20% y 35,4% respectivamente, siendo que en rebaños confinados los valores no sobrepasan el 15% y 20% respectivamente. En concordancia con estos resultados, en un estudio realizado en la zona sur de Chile, las vacas que fueron sometidas a un pastoreo más intenso y menor suplementación de concentrado presentaron mayores concentraciones de NEFA y perdieron más CC que vacas que consumieron menos pradera y fueron suplementadas con una mayor cantidad de concentrado. Por otra parte, en un estudio llevado a cabo en Irlanda, analizando registros de rebaños con partos de parición de primavera tanto la probabilidad de IA como de concepción se asociaron en forma positiva con el mínimo valor de CC (nadir) alcanzado durante el postparto, y la CC durante la época de montas o IA. Vale decir, aquellas vacas con una mejor CC postparto en su nadir y con una mejor CC durante el inicio del encaste presentaron una mayor tasa de IA y concepción. Por lo tanto, una CC adecuada al parto (3,0 a 3,5) y una pérdida de CC postparto de menos de 0,5 puntos se asocian con un mejor rendimiento reproductivo y fertilidad en ganado lechero a pastoreo.



EFFECTO DEL STATUS METABÓLICO POSTPARTO SOBRE LA REPRODUCCIÓN

El estado metabólico postparto, algunas hormonas y ciertos factores de crecimiento tienen un rol fundamental sobre los procesos reproductivos de la vaca lechera. Concentraciones reducidas de insulina, IGF-I, leptina y glucosa y concentraciones elevadas de BHB, NEFA y glucocorticoides se han asociado en forma consistente con un rendimiento reproductivo reducido en ganado lechero. Sin embargo, se ha dilucidado que al seleccionar genéticamente por fertilidad no hay una asociación directa con una mejora en el balance energético postparto de la vaca, a pesar de haberse encontrado diferencias en algunos metabolitos y hormonas, sugiriendo que el estado metabólico intrínseco dentro de la vaca es más importante que las diferencias observadas en su balance energético postparto. Así se ha visto en ganado lechero que el IGF-I comienza a disminuir 2 semanas antes del parto y se acompaña con una disminución en los niveles de insulina plasmática con incrementos en los niveles de la hormona de crecimiento. Esta última, se asocia con una serie de cambios metabólicos en la vaca lechera, incluyendo una reducción en la sensibilidad de los tejidos a la insulina, un incremento en la gluconeogénesis y una reducción en la utilización total de glucosa por parte de los tejidos, exceptuando la glándula mamaria.

Es bien sabido que un balance energético negativo severo durante el postparto de la vaca lechera se asocia a una reducción en los pulsos de GnRH y LH que afectan el crecimiento, la maduración y ovulación del folículo. Por otro lado, las vacas de alta producción tienen un mayor flujo sanguíneo y un metabolismo hepático más acelerado que determina un *clearance* más rápido de las hormonas reproductivas que afectan la calidad del oocito y el subsecuente desarrollo del embrión. Además, la reducción en los niveles de estradiol alteran y deprimen la expresión del celo de la vaca y los niveles bajos de progesterona se asocian a una mayor mortalidad embrionaria.

El rol de la glucosa.- La glucosa ha tenido un especial interés en los últimos años como una metabolito clave en los procesos reproductivos de la vaca lechera. Una vaca lechera típica Holstein americana de alto merito genético que produce 70 kg de leche al *peak* de lactancia, requiere de 5 kg de glucosa al día. A diferencia de los mono-gástricos, los rumiantes permanecen en un constante estado de gluconeogénesis a nivel hepático ya que la mayoría de los carbohidratos son fermentados a ácidos grasos volátiles (AGV) en el rumen y uno de ellos, el propionato, es la base fundamental para la producción de glucosa a nivel del hígado. No obstante, los AGV solo aportan el 85% de la glucosa requerida y el resto debe provenir a partir de aminoácidos, lactato y glicerol, que es la base estructural de los triglicéridos y está disponible cuando los NEFA son liberados a circulación. Además, la vaca cuenta con otros mecanismos tales como un estado temporal de insulino-resistencia, permitiendo solo a los tejidos que son independientes de insulina a utilizar la glucosa, como es la glándula mamaria. En este sentido, la vaca lechera

postparto permanece en un estado crónico de bajos niveles de glucosa, lo que también va acompañado de bajos niveles de insulina, IGF-I, y altos niveles de NEFA y BHB.

En ganado a pastoreo, los niveles de glucosa sanguínea también son menores en vacas de mayor producción que en vacas de menor producción. La glucosa es fundamental para la producción y liberación de GnRH a nivel hipotalámico. Se ha demostrado que al inhibir la glicolisis a nivel neuronal resulta en una menor frecuencia de los pulsos de LH producto de una inhibición en la síntesis de GnRH. Además, el efecto negativo de la hipoglicemia a nivel hipotalámico se ve potenciado por altos niveles de estrógenos, indicando que el efecto feedback (-) *per se* de los estrógenos sobre la liberación de LH se potencia con niveles bajos de glucosa sanguínea. Durante la lactancia temprana, aquellas vacas con un elevado mérito genético para características de fertilidad presentaron mayores concentraciones de glucosa circulante que aquellas vacas con menor mérito genético para las mismas características. Esta asociación se ha corroborado con mediciones de glucosa plasmática que fueron mayores durante la primera semana postparto en aquellas vacas que se preñaron a la primera IA comparado con aquellas vacas que fallaron en concebir al primer servicio.

También se ha observado que la glucosa es crítica para una adecuada maduración del oocito, afectando la expansión del *cumulus*, la maduración nuclear, la división celular y el subsecuente desarrollo del blastocito. Lo mismo se ha observado con un elevado nivel de NEFA sanguíneo que pueden afectar negativamente la fisiología del ovario, el folículo y el futuro embrión.

El efecto potencial beneficioso de la glucosa en el postparto temprano sobre la reproducción solo se puede analizar como una asociación y no como mecanismo de causa efecto. Esto se debe a que la glucosa se relaciona a muchos mecanismos metabólicos y hormonales que pueden enmascarar un efecto *per se* de este monosacárido sobre la fertilidad de la vaca. De hecho, los niveles de glucosa al momento de la primera inseminación ya no se asocian a las respuestas reproductivas de la vaca.

El rol de la insulina.- Las concentraciones sanguíneas de insulina en ganado lechero se encuentran reducidas en animales con balance energético negativo tanto en vacas a pastoreo como alimentadas con dietas completas y en vacas bajo estados de subnutrición. En la medida que la lactancia progresa, los niveles de insulina incrementan y los de la hormona de crecimiento disminuyen. El eje somatotrófico, que incluye a la hormona de crecimiento, sus receptores y el IGF-I se encuentra desacoplado en vacas de alta producción durante el postparto temprano, por lo tanto el hígado no responde a los efectos de la hormona de crecimiento y por ende se produce una menor cantidad de IGF-I. Este desacoplamiento se entiende en el contexto del proceso de la “partición de nutrientes” que permite una mayor producción de leche, y que afecta los procesos reproductivos en forma negativa. En el caso de rebaños con parición continua durante el año, típico de sistemas de la zona central de Chile, se puede tolerar cierta ineficiencia reproductiva debido a que



la vaca puede tener muchas más oportunidades de ser cubierta y obtener una preñez viable. Sin embargo, en rebaños a pastoreo con parición estacional, el efecto de una baja tasa de concepción, redundando en una ineficiencia reproductiva que significa la eliminación inmediata del animal si no se preña durante la temporada de servicios, como es el caso de los rebaños del sur de Chile, con parición estacional.

La insulina juega un rol fundamental en la esteroidogénesis ovárica, estimulando receptores tanto a nivel de células de la granulosa, como de los tejidos tecales y del estroma ovárico. Durante la lactancia temprana, también se ha visto que en vacas seleccionadas genéticamente por una alta fertilidad presentan mayores concentraciones plasmáticas de insulina en comparación a vacas con un mérito genético inferior. Consecuentemente, la insulina estimula la síntesis de IGF-I en vacas lecheras durante el inicio de la lactancia.

El rol del IGF-I.- El IGF-I (Factor de Crecimiento similar a la Insulina) es estructuralmente similar a la proinsulina y es un potente péptido anabólico, el cual refleja el estado nutricional de un animal. El IGF-I es un factor de crecimiento fundamental para la maduración folicular, demostrando estar íntimamente asociado a la concepción tanto en animales en confinamiento como animales a pastoreo. Vacas con concentraciones de IGF-I durante la primera semana postparto > 25 ng/ml y durante el primer servicio > 50 ng/ml tuvieron 11 y 5 veces más probabilidades de concebir respectivamente que aquellas vacas que presentaron menores concentraciones de este factor de crecimiento. En vacas a pastoreo que fueron seleccionadas genéticamente por fertilidad presentaron mayores concentraciones de IGF-I. En este contexto, tanto la insulina como el IGF-I son indicadores metabólicos críticos para la fisiología reproductiva postparto de la vaca lechera. Ambos péptidos se encuentran reducidos en vacas con balance energético negativo severo.

El rol de la leptina.- Este péptido de 167 aminoácidos producido esencialmente por los adipocitos juega un rol fundamental en la modulación nutricional y metabólica de los tejidos. La leptina se ha asociado a mayores concentraciones séricas de gonadotropinas. Durante el postparto temprano los niveles de leptina se encuentran reducidos debido al balance energético negativo característico y movilización grasa manifiesta que ocurre en este periodo. No obstante el rol de la leptina en la regulación de los procesos reproductivos en ganado lechero aún no se ha establecido detalladamente.

El rol de los NEFA, BHB y triglicéridos hepáticos.- La típica movilización grasa postparto se traduce en mayores concentraciones de NEFA. Los NEFA son captados por el hígado, los cuales son parcial o totalmente oxidados a nivel mitocondrial o re-esterificados en el citosol a triglicéridos (TG). Un exceso de NEFA a nivel hepático se traduce en una acumulación neta de TG hepáticos debido a la característica exportación disminuida de TG en la forma de VLDL que define a los bovinos. La oxidación parcial de los NEFA acompañado con bajos niveles de glucosa sanguínea

se traduce en una mayor síntesis de cuerpos cetónicos, principalmente BHB, debido a la falta de oxaloacetato a nivel de ciclo de Krebs. Tanto los niveles elevados de NEFA, como de BHB y la acumulación excesiva de TG en el hígado se han asociado a infertilidad en el ganado lechero. Esta asociación negativa se puede deber a una mayor incidencia de enfermedades del periparto que experimentan las vacas con altos niveles circulantes de NEFA. De hecho, en un estudio llevado a cabo en la zona central de Chile se observó que vacas con altos niveles de NEFA al parto tuvieron una mayor incidencia de retención de membranas fetales y mastitis, ambas enfermedades que se asocian directamente con infertilidad y mortalidad embrionaria en el ganado lechero. De la misma forma, en un estudio llevado a cabo en el sur de Chile se observó que la suplementación con cebada determinó una menor concentración de BHB y mayores concentraciones de glucosa durante el postparto, los cuales son factores determinantes para una buena fertilidad en el primer tercio de lactancia. En el caso de vacas a pastoreo que presentaron valores de NEFA $\geq 0,7$ mM tuvieron una menor probabilidad de estar ciclando a los 50 días postparto y de preñarse a la primera IA postparto. Lo mismo se ha reportado en rebaños manejados bajo estabulación total. Así se observó que por cada 0,1 mM de aumento en el BHB sanguíneo a la semana 1 y 3 postparto la proporción de vacas preñadas se redujo en un 2 y 3% respectivamente. También se reportó que la tasa de preñez de un ciclo de 21 días se redujo en un 0,9% en aquellos rebaños que presentaron más de un 15% de las vacas muestreadas con valores de NEFA $\geq 0,7$ mM.

Tanto los NEFA como el BHB inducen a inmunosupresión a través de la reducción en la fagocitosis y la capacidad oxidativa de los neutrófilos. También se ha observado que estos 2 metabolitos se asocian a un retardo de la involución uterina y mayor incidencia de metritis, relacionado a una alteración de la expresión de genes claves en la recuperación del endometrio.

El rol del sistema inmune.- El sistema inmune de la vaca en transición se deprime en forma *per se*, sobre todo cuando se alcanza un máximo nivel de estrés, que es el proceso de parto del animal. Sin embargo, bajo ciertas situaciones, esta depresión puede ser mucho más severa y por ende puede significar el desarrollo de enfermedades infecciosas típicas del periparto, tales como la mastitis, metritis y neumonía.

Los factores de tipo metabólico que se han asociado a una mayor depresión del sistema inmune de la vaca periparto son el exceso de las concentraciones plasmáticas de NEFA y cuerpos cetónicos durante el postparto. Junto con aquello, se sabe hoy en día que el tejido adiposo además de almacenar energía tiene un rol mecánico, regenerativo, endocrino e inmunológico bien concluyente. El tejido adiposo bajo la epidermis y sobre todo el que rodea a órganos vitales juega un rol inmunológico, defensivo y mecánico protector fundamental. Una vez inflamado el tejido adiposo, el adipocito empieza a liberar NEFA y citoquinas proinflamatorias. Así la obesidad, y el envejecimiento se asocian con una activación inmunitaria manifiesta del tejido graso, que liberan citoquinas al medio, tales como el Factor de Necrosis Tumoral, la interleuquina 1 y 6, alteran la sensibilidad a la insulina e incrementan aún más la lipólisis. Este estado metabólico se conoce como proceso de inflamación



sistémica “esteril”, o sea no infeccioso, con desregulación metabólica y lipotoxicidad. Es entendible entonces, que vacas obesas al parto presentan una mayor incidencia de problemas metabólicos, pero a su vez también de problemas de tipo inflamatorio-infecciosos.

El rol del calcio y la salud uterina postparto.- El rol del calcio ionizado sobre la musculatura lisa y estriada es fundamental para un adecuado proceso de transición. En una caracterización epidemiológica de la hipocalcemia en rebaños de EEUU se observó que un 25% de las vacas primíparas y más de un 50% de las vacas multíparas experimentan un estado de hipocalcemia subclínica (Ca total < 8,0 mg/dL) durante las primeras 48 horas postparto. Estos niveles deprimidos de calcio afectan la contractibilidad del miometrio y la actividad fagocitaria y bactericida de los neutrófilos con un mayor riesgo de desarrollarse retención de membranas fetales y metritis puerperal.

MECANISMOS QUE LIGAN EL METABOLISMO A LOS PROCESOS REPRODUCTIVOS

Son 2 los procesos fundamentales que se deben re-establecer adecuadamente durante el postparto para lograr una fertilidad satisfactoria y que se asocian íntimamente a los mecanismos metabólicos de la vaca: el re-establecimiento de la ciclicidad ovárica postparto y la involución del útero.

Existe una asociación directa entre los niveles de insulina y IGF-I con el momento del inicio de la ciclicidad postparto. En el ovario, tanto la insulina como el IGF-I promueven la proliferación, diferenciación y sobrevivencia de las células foliculares y a su vez estas hormonas se asocian directamente con los niveles de glucosa. Además, estos metabolitos se relacionan a un adecuado nivel de gonadotropinas y GnRH a nivel hipotalámico, las cuales ejercen su efecto positivo sobre las estructuras del ovario.

Por otro lado, el *status* metabólico y hormonal del postparto temprano se asocia a una depresión de la inmunidad típica que afecta los procesos involutivos del útero. En un postparto normal, el útero se debe contraer adecuadamente y la mucosa uterina se debe infiltrar adecuadamente de tejido linfóide para establecer un *clearance* de los tejidos placentarios y patógenos potenciales presentes en el útero. Sin embargo, las células inmunes son dependientes de los niveles de glucosa, y niveles excesivos de NEFA y BHB afectan tanto los procesos de fagocitosis, y quimotaxis como la capacidad oxidativa inherente para destruir bacterias. También se ha observado que los neutrófilos postparto contienen menos glicógeno lo que se asoció también a una actividad celular inmune reducida.

Ya establecida la fecundación del oocito, el embrión debe proceder a su implantación y la vaca debe llevar adelante el reconocimiento temprano de la preñez, que ocurre alrededor del día 17 post-fecundación. Es bien sabido que los niveles de progesterona durante la primera semana post concepción se asocian positivamente con un establecimiento exitoso de la preñez. La progesterona es fundamental para la

actividad de los histotrofos a nivel de mucosa uterina. Si este tejido glandular no se desarrolla en forma adecuada, debido a bajos niveles de progesterona, el embrión se desarrolla en forma más lenta lo que resulta en una menor producción de interferón tau, compuesto esencial para que la madre pueda llevar adelante un adecuado reconocimiento de la presencia del embrión en el útero. En vacas de alta producción, con un mayor *clearance* hepático de hormonas esteroidales, se presentan niveles más bajos de progesterona durante el periodo postparto y por ende con una fertilidad potencial reducida. Por otro lado, se ha visto que los embriones y fetos de vacas lactantes contienen menos niveles de glucosa que aquellos fetos de la misma edad gestacional pero de vacas no lactantes. La glucosa es fundamental para el desarrollo y crecimiento del feto. Si los niveles de glucosa se observan reducidos en vacas preñadas y lactantes es lógico pensar que el estado de preñez se verá afectado si los niveles de glucosa son menores a los normales.

MANEJO NUTRICIONAL PREPARTO Y POSTPARTO PARA OPTIMIZAR LA FERTILIDAD

La clave de un adecuado manejo nutricional radica en maximizar el consumo de materia seca preparto y postparto, maximizando el confort de la vaca, minimizando su estrés, optimizando su CC y previniendo una excesiva movilización grasa al momento del parto.

Consumo materia seca.- Algunos factores a considerar para promover el apetito de las vacas es minimizar el estrés ambiental (densidad animal, sombra, espacio de comedero y bebederos) y mantener vacas confortables. Se debe evitar la obesidad en las vacas preparto y por lo tanto se debe prevenir el exceso en el consumo de energía durante este periodo. Además se debe aportar suficiente fibra y evitar excesos de almidón para mantener un rumen saludable y un mínimo riesgo de acidosis ruminal. Por último se debe establecer una estrategia en la prevención de hipocalcemia y suplementar vitaminas y minerales que se asocian a un sistema inmune fortalecido.

Maximizar el confort animal y disminuir el estrés.- Dentro de estos factores se debe considerar la densidad animal, el espacio de comedero o superficie de pastoreo, el acceso al agua tanto en cantidad como calidad, el aporte de sombra, especialmente en meses de calor y el aporte de corta vientos y lluvia en meses de invierno, sobre todo en vacas a pastoreo. En el caso de animales estabulados, se debe proporcionar un ambiente óptimo donde la vaca se pueda echar confortablemente y permanecer el menor tiempo parada posible. Las rutinas de ordeña deben ser eficientes para evitar el estrés por aglomeración, y adecuados caminos para evitar problemas de cojeras. El despalme correctivo y recorte de pezuñas debe ser una rutina establecida donde ojala la vaca sea tratada al menos 2 veces al año. Los cambios de corrales y de grupos deben ser los mínimos posibles para evitar alteraciones en el ranking social de las vacas. Si se van a realizar cambios de grupo, se deben hacer en forma adecuada considerando una rutina establecida. El largo del periodo seco debe ser entre 45 y 70 días. El cambio al grupo



preparto debe realizarse como mínimo 30 días antes del parto para evitar problemas de adaptación ya que algunas vacas tienden a parir antes de la fecha establecida.

Consumo de energía y proteína preparto.- El consumo ad-libitum de energía durante el periodo seco se asocia a un aumento de la CC, obesidad al parto y por ende una mayor movilización de grasas en el periparto con las consecuencias devastadoras ya mencionadas. El aporte de energía durante el preparto no debe ser más allá de 17 Mcal de EN de lactancia por vaca al día. Estas dietas se asociaron como menores niveles de NEFA y BHB postparto y una menor incidencia de enfermedades peripartales. No obstante, el concepto de dietas bajas en energía y por ende el uso de subproductos fibrosos, tales como pajas, se debe entender en el contexto de no limitar el llenado del rumen y el aporte de fibra sino limitar el consumo total de energía. El uso excesivo de pajas, con tamaños de partículas mayores a lo normal puede llevar a un bajo consumo de alimento con consecuencias no deseables. Se ha reportado en una serie de estudios que un bajo consumo de materia seca preparto se ha asociado a una mayor incidencia de metritis puerperales.

El impacto del nivel de proteína preparto es mucho menor al de la energía. Se ha reportado que niveles de proteína cruda entre 12,7 a 14,7% base materia seca son suficientes para lograr una adecuada transición del pre al postparto.

Alimentar dietas postparto para incrementar la insulina en sangre.- Aportar adecuados niveles de almidón se ha asociado a una mayor síntesis y liberación de insulina. No obstante, este manejo debe ser balanceado para evitar el desarrollo de acidosis ruminal. Valores de almidón de entre 21 a 24% se recomiendan en dietas de vacas postparto durante los primeros 21 días en leche. Esto va a permitir un mayor aporte de glucosa durante el postparto. El uso de ionóforos puede ser una estrategia atractiva para incrementar los niveles de propionato ruminal y optimizar la gluconeogénesis hepática. Además, se ha demostrado que los ionóforos ayudan a reducir la producción de NEFA y BHB, por ende mejorando el status metabólico del animal. El uso de otros productos gluconeogénicos durante el periodo de transición ha sido eficaz en prevenir problemas de cetosis y evitar los excesos de NEFA. Dentro de estos, el uso de propilen glicol, propionato de calcio y glicerol son algunos de los productos más típicos utilizados en la actualidad. Ellos funcionan mejor si se espolvorean encima de la dieta más que mezclarlos homogéneamente con el resto de los insumos. En un estudio realizado en Chile, se vio que el uso de un compuesto que combina estos tres productos gluconeogénicos mejora la producción de leche en 1,5 litros durante los primeros 60 días pp y tuvieron menos NEFA en comparación a vacas controles.

Manipulación dietaria para mejorar el metabolismo lipídico hepático.- La movilización grasa excesiva se debe evitar a través de un adecuado manejo alimentario, reduciendo el riesgo de obesidad al parto. Esto va a permitir una

disminución en la acumulación de TG a nivel del hígado. El uso de colina protegida ha demostrado ser una estrategia eficaz para evitar la lipidosis hepática. El uso de este aditivo, es más efectivo en vacas sobre condicionadas al parto, reduciendo la incidencia de cuadros metabólicos y recuperando la producción de leche en comparación a vacas obesas sin colina protegida.

Mejorando la homeostasis del Calcio.- El uso y manipulación de la diferencia catiónica anionica preparto ha resultado ser una herramienta muy eficaz para evitar la hipocalcemia postparto. Dietas con un DCAD de entre -25 a -75 mEq/kg MS han demostrado reducir la incidencia de fiebre de leche en forma manifiesta. El primer paso en la manipulación del DCAD es reducir al máximo el nivel de potasio. Luego se deben añadir los aniones necesarios para lograr la meta deseada. El uso de suplementos orales de calcio al momento del parto también han sido utilizados estratégicamente para evitar los problemas de hipocalcemia, no obstante este sistema puede ser extemporáneo ya que muchas veces la hipocalcemia comienza a ocurrir horas antes de iniciada la fase de expulsión del parto. Una actividad incrementada de la paratohormona pre parto ha sido la estrategia más eficaz para controlar los problemas de hipocalcemia en ganado lechero, y esto se puede lograr con un uso racional de dietas aniónicas.

Suplementación de ácidos grasos durante el postparto.- El uso de insumos ricos en ácidos grasos omega-6 (canola, soya, maravilla) o mono-insaturados/saturados (aceite de palma) durante el postparto temprano han demostrado mejorar la salud uterina postparto debido a la participación de estos ácidos grasos en la síntesis de prostaglandinas F 2 alfa a nivel de endometrio con el consecuente efecto positivo sobre la contractibilidad uterina y expulsión de tejidos y fluidos uterinos. También se ha observado que la suplementación con AG omega-6 mejoran la función inmunitaria de los neutrófilos, incrementando su capacidad de matar bacterias. Por otro lado, al suplementar vacas con AG omega-3 (expeller de linaza, aceites de pescado) durante el postparto tardío disminuyen la síntesis de prostaglandinas a nivel uterino, mejorando el reconocimiento temprano de la preñez y por ende disminuyen la mortalidad embrionaria temprana y mejoran la concepción y la preñez.

REFERENCIAS

- BRIDGES GA, DAY ML, GEARY TW and CRUPPE LH 2013. Triennial Reproduction Symposium: deficiencies in the uterine environment and failure to support embryonic development. J Anim Sci 91, 3002–3013.
- CARDOSO FC, LEBLANC SJ, MURPHY MR and DRACKLEY JK 2013. Prepartum nutritional strategy affects reproductive performance in dairy cows. J Dairy Sci 96, 5859–5871.
- CHAPINAL N, LEBLANC SJ, CARSON ME, LESLIE KE, GODDEN S, CAPEL M, SANTOS JE, OVERTON MW and DUFFIELD TF 2012. Herd-level association of serum metabolites in the transition period with disease, milk production, and early



lactation reproductive performance. *J Dairy Sci* 95, 5676–5682.

CUMMINS SB, LONERGAN P, EVANS AC, BERRY DP, EVANS RD and BUTLER ST 2012. Genetic merit for fertility traits in Holstein cows: I. Production characteristics and reproductive efficiency in a pasture-based system. *J Dairy Sci* 95, 1310–1322.

GARVERICK HA, HARRIS MN, VOGEL-BLUEL R, SAMPSON JD, BADER J, LAMBERSON WR, SPAIN JN, LUCY MC and YOUNGQUIST RS 2013
Concentrations of nonesterified fatty acids and glucose in blood of periparturient dairy cows are indicative of pregnancy success at first insemination. *J Dairy Sci* 96, 181–188.

INGVARTSEN KL and MOYES K 2013. Nutrition, immune function and health of dairy cattle. *Animal* 7 (suppl. 1), 112–122.

LEBLANC SJ 2012. Interactions of metabolism, inflammation, and reproductive tract health in the postpartum period in dairy cattle. *Reprod Domest Anim* 47 (suppl. 5), 18–30.

LEROY JL, VANHOLDER T, VAN KNEGSEL AT, GARCIA-ISPIERTO I and BOLS PE 2008. Nutrient prioritization in dairy cows early postpartum: mismatch between metabolism and fertility? *Reprod Domes Anim* 43 (suppl. 2), 96–103.

LONERGAN P 2011. Influence of progesterone on oocyte quality and embryo development in cows. *Theriogenology* 76, 1594–1601.

LUCY MC 2008. Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: implications for post-partum nutrition and reproduction. *Reprod Dom Anim* 43, 31–39.

LUCY MC, BUTLER ST, and GARVERICK HA. 2014. Endocrine and metabolic mechanisms linking postpartum glucose with early embryonic and foetal development in dairy cows *Animal*, 8, 82–90

MELENDEZ, P. and RISCO CA. 2005. Management of transition cows to optimize reproductive efficiency in dairy herds. *Vet. Cl. North Am. Food Anim. Prac.* 21(2):485-501

MELENDEZ P, MARIN MP, ROBLES J, RIOS C, DUCHENS M, and ARCHBALD L. 2009. Relationship between serum nonesterified fatty acids at calving and the incidence of periparturient diseases in Holstein dairy cows. *Theriogenology* 72:826-833.

- OSPINA PA, MCART JA, OVERTON TR, STOKOL T, and NYDAM DV. 2013. Using nonesterified fatty acids and β -hydroxybutyrate concentrations during the transition period for herd-level monitoring of increased risk of disease and decreased reproductive and milking performance. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 29, 387-412
- PULIDO RG, BERNDT S, ORELLANA P, and WITTEWER F. 2007. Effect of source of carbohydrate in concentrate on the performance of high producing dairy cows during spring grazing. *Arch. Med. Vet.* 39,N° 1:19 - 36
- RIBEIRO ES, LIMA FS, GRECO LF, BISINOTTO RS, MONTEIRO AP, FAVORETO M, AYRES H, MARSOLA RS, MARTINEZ N, THATCHER WW and SANTOS JE 2013. Prevalence of periparturient diseases and effects on fertility of seasonally calving grazing dairy cows supplemented with concentrates. *J Dairy Sci* 96, 5682–5697.
- RISCO C, and MELENDEZ, P. 2011. *Dairy Production Medicine.* 800 pp. Wiley-Blackwell. First edition, October, 2011.
- ROCHE JR, MACDONALD KA, BURKE CR, LEE JM AND BERRY DP 2007. Associations among body condition score, body weight, and reproductive performance in seasonal-calving dairy cattle. *J Dairy Sci* 90, 376–391.
- SCHÖBITZ J, RUIZ-ALBARRÁN M, BALOCCHI OA, WITTEWER F, NORO M. and PULIDO RG. 2013. Efecto del aumento en la oferta de pradera y suplementación con concentrado sobre la respuesta productiva y síntesis de proteína microbiana en vacas lecheras *Arch. Med. Vet.* 45,
- TCHKONIA T, THOMOU T, ZHU Y, KARAGIANNIDES I, POTHOUKAKIS C, JENSEN MD, and KIRKLAND JL. 2013. Mechanisms and metabolic implications of regional differences among fat depots. *Cell Metab* 17:644-56
- TURNER ML, HEALEY GD and SHELDON IM 2012. Immunity and inflammation in the uterus. *Reprod Domes Anim* 47 (suppl. 4), 402–409.
- WALSH SW, MEHTA JP, MCGETTIGAN PA, BROWNE JA, FORDE N, ALIBRAHIM RM, MULLIGAN FJ, LOFTUS B, CROWE MA, MATTHEWS D, DISKIN M, MIHM M and EVANS AC 2012. Effect of the metabolic environment at key stages of follicle development in cattle: focus on steroid biosynthesis. *Physiological Genomics* 44, 504–517.
- WALSH SW, WILLIAMS EJ and EVANS AC 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. *Anim Reprod Sci* 123, 127–138.



WATHES DC 2012. Mechanisms linking metabolic status and disease with reproductive outcome in the dairy cow. *Reprod Domc Anim* 47 (suppl. 4), 304–312.

WATHES DC, CLEMPSON AM and POLLOTT GE 2012. Associations between lipid metabolism and fertility in the dairy cow. *Reprod Fert and Develop* 25, 48–61.

WOODING FB, FOWDEN AL, BELL AW, EHRHARDT RA, LIMESAND SW and HAY WW. 2005. Localisation of glucose transport in the ruminant placenta: implications for sequential use of transporter isoforms. *Placenta* 26, 626–640.



SIMPOSIO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD DE ALIMENTOS

RELATORES: **Rubén Pulido, Universidad Austral de Chile**
 Rodrigo Morales, INIA Remehue
 Andrés Carvajal, INIA Remehue

MODERADOR: **Francisco Lanuza, Buiatría Chile**



NUEVOS ENFOQUES PARA LA SUPLEMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS A PASTOREO PRIMAVERAL

New approaches for the supplementation of spring-grazing dairy cows

R. Pulido¹ y I. Beltrán^{1,2}

¹Instituto de Ciencia Animal, ²Programa Doctorado en Ciencias Veterinarias.
Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia, Chile

INTRODUCCIÓN

En zonas de clima templado como el Sur de Chile, la producción de leche es basada principalmente en praderas permanentes, ya que representan la fuente de nutrientes de menor costo en comparación a sistemas intensivos (Tas *et al.*, 2006, Pulido *et al.*, 2010). De hecho, mientras mayor sea la proporción de pradera en la dieta anual, mayor es la eficiencia económica que potencialmente se puede alcanzar (Pérez-Prieto *et al.*, 2011), en respuesta a que alrededor del 88% de la variación en los costos de producción de leche se relacionan con la proporción de pradera pastoreada en la dieta (Roche y Holmes 2007). Sin embargo, mantener a los animales en la pradera, los expone a las variaciones estacionales en cuanto a su crecimiento y composición química. En relación al crecimiento de la pradera, durante la primavera es donde alcanza su tasa más alta (60-80kg MS/ha), seguido por el otoño (30-50kg MS/ha), verano (5-10kg MS/ha) e invierno (Poff *et al.*, 2011). Bajo este patrón de crecimiento, es que en nuestro país la producción de leche se basa en un sistema de parición bi-estacional, donde encontramos las vacas a inicios de la lactancia a comienzo de la primavera y del otoño (Pérez *et al.*, 2007).

A pesar de ser el otoño la segunda estación de pastoreo más importante en el año, los valores de recepción de leche durante los últimos 10 años por parte de la industria láctea equivalen al 21,3%, en comparación al encontrado durante el verano (25,4%), indicativo de una brecha entre el potencial productivo y la realidad productiva de dicha estación. Por su parte, y como es de esperar, la mayor recepción de leche ocurre durante los meses de primavera (31,6%) (ODEPA, 2004-2014).

Variación nutricional de la pradera

Por su parte, debido a factores ambientales y de manejo, la composición química de la pradera varía altamente a través del año, encontrando el mejor valor nutritivo durante los meses de primavera (Pulido *et al.*, 2009), vinculándose a su aceptable contenido de materia seca (13-16%) y a su buen aporte de proteína cruda (22,3), energía metabolizable (2,8-3,0 Mcal/kg MS), FDN (35-45%) y digestibilidad de su MS (83-92%). En cuanto a la proteína cruda, ésta se caracteriza por ser altamente degradable a nivel ruminal, siendo la principal fuente de nitrógeno para la síntesis de proteína microbiana, la cual, puede llegar a aportar más del 50% de los requerimientos proteicos del animal. Sin embargo, la eficiencia en la síntesis de

proteína microbiana no es óptima, debido a la falta de disponibilidad de energía (Balocchi, 2013).

Si bien la pradera durante la primavera presenta el mejor valor nutritivo, tanto la producción de leche como el consumo total de alimento son menores que los alcanzados en vacas alimentadas con PMR o TMR, en respuesta a su menor consumo de materia seca, lo cual trae como consecuencia, un bajo consumo de energía (Pulido, 2013). Este bajo consumo de energía permite una producción láctea máxima de 28L/día, en respuesta a los 35L/día que se podrían alcanzar en términos de su contenido de proteína cruda (Kolver *et al.*, 1998, Pulido *et al.*, 2009). En consecuencia, estas praderas se caracterizan por ser desbalanceadas en su aporte de energía (debido al bajo consumo de MS) y proteína, por lo que vacas con niveles medianos a altos de rendimiento lácteos no son capaces de satisfacer sus requerimientos nutritivos (Pulido, 2014). Por lo anteriormente descrito, es que en sistemas pastoriles, los principales factores limitando la producción láctea, son el bajo consumo de materia seca y energía, y la falta de sincronía ruminal entre la proteína cruda y energía, por lo que resulta fundamental el uso estratégico de suplementos que permitan alcanzar su potencial genético de consumo y producción láctea (Bargo *et al.*, 2002, Pulido., *et al* 2007).

Suplementación de alimentos a pastoreo

El propósito de la suplementación con concentrado es principalmente aumentar el consumo de nutrientes, y por ende, la producción de leche por vaca y por hectárea a través del aumento de la carga animal y el mejoramiento en la eficiencia de uso de las praderas (Bargo *et al*, 2003; Kennedy *et al*, 2008). Adicionalmente, cuando la disponibilidad de la pradera es limitada, la suplementación permitiría aumentar el largo de las lactancias, cubrir los mayores requerimientos que presentan vacas de elevado mérito genético, aumentar el contenido de proteína en leche, el mejoramiento de la condición corporal y la eficiencia reproductiva de los animales (Clark y Woodward, 2007).

En nuestro país, la suplementación es basada en concentrados, forrajes conservados (ensilaje de pradera y maíz) y cultivos suplementarios, siendo los primeros utilizados todo el año y los últimos durante los meses de otoño-invierno y verano, respectivamente. En primavera, los concentrados son la alternativa de suplementación más utilizada. Sin embargo, la respuesta productiva que se ha encontrado al uso de concentrados, a menudo ha resultado ser variable y no siempre rentable.

A la fecha, diversas investigaciones en el país han evaluado la suplementación con alimentos concentrados energéticos. En un inicio se evaluó la forma en como aportan la energía: Aquellos basados en almidón (granos de cereal) y aquellos basados en fibra soluble, como la pulpa de cítricos y pulpa de remolacha (Pulido *et al.*, 2007, Pulido *et al.*, 2010). En ambos trabajos se obtuvo que la forma en la cual aportan la energía los concentrados no afectó el consumo de pradera y total y, por ende, la



producción y composición láctea. Esta falta de respuesta sobre parámetros productivos sería de esperar en dietas donde el concentrado es menor al 40% del consumo de materia seca total.

La frecuencia de entrega de suplemento concentrado en vacas a pastoreo ha sido otro factor estudiado en condiciones de primavera en el país (Pulido *et al.*, 2009). Los resultados mostraron que no existió beneficio de aumentar la frecuencia de 2 a 4 veces al día, encontrándose aún efectos negativos al dar 4 veces al día. Se observó una alteración en el comportamiento alimenticio cuando se les ofrece suplementos con mayor frecuencia y una reducción en el consumo de alimento y el tiempo dedicado a la rumia. Por otra parte, la evaluación del efecto de incrementar la suplementación con concentrado desde 0 a 9kg/vaca/día en vacas lecheras a pastoreo primaveral recibiendo una generosa oferta de pradera de 36kg MS/vaca/día (Pulido *et al.*, 2009), no observaron diferencias entre dar 3, 6 ó 9kg de concentrado en cuanto a producción de leche y concentración de proteína y urea láctea, en respuesta a que la alta oferta de pradera permitió un alto consumo de pradera de 17kg MS/vaca/día, generando una mayor tasa de sustitución a medida que incrementaba la suplementación, explicando el similar consumo de materia seca entre tratamientos. Por lo tanto, vacas con moderado mérito génico para producción de leche, como las usadas en este ensayo, tienden a disminuir su respuesta marginal cuando la suplementación es mayor a 3-4kg MS/vaca/día. Sin embargo, en vacas de alta producción, cuando la suplementación con concentrado aumenta desde 0 a 10kg MS/día, se observa un aumento en el consumo de materia seca (24%), producción de leche (22%) y porcentaje de proteína láctea (4%) (Bargo *et al.*, 2003).

Como conclusión de lo anteriormente descrito, es que cuando vacas a pastoreo son suplementadas, usualmente incrementa la tasa de sustitución (TS), la cual ha sido considerada como uno de los principales factores explicando la variación de la respuesta lechera a la suplementación (Bargo *et al.*, 2003). La tasa de sustitución corresponde a la disminución en el consumo de pradera por cada kilogramo de suplemento, la cual varía en respuesta a factores tanto del animal, pradera y tipo de suplemento.

Oferta de pradera

Entre estos factores, la cantidad de pradera ofrecida por vaca (asignación de pradera) es quien posee el mayor efecto sobre la tasa de sustitución (Bargo *et al.*, 2002). Sin embargo, determinar una óptima oferta de pradera no es fácil, ya que depende tanto de factores del animal como de la pradera. Por otro lado, al revisar trabajos que evalúan la oferta de pradera, es necesario considerar la altura a la cual se estima: en Irlanda y Francia habitualmente la estiman entre 0 y 4cm de altura, a diferencia de Chile, Nueva Zelanda y Australia, donde esta se estima a ras de suelo. Su importancia radica en que los resultados no son iguales, ya que, en el caso que la estiman a ras de suelo, al disminuir la oferta de pradera (manteniendo la masa

prepastoreo), incrementa el estrato de la pradera el cual no es capaz de consumir el animal, mientras que si se calcula >4cm, evitamos que los animales se vean en la necesidad de pastorear dicho estrato (Pérez-Prieto *et al.*, 2012).

Al respecto, en Chile existe limitada investigación que evalúe la respuesta a la suplementación con concentrado (cantidad y tipo) cuando las vacas disponen de diferentes niveles de oferta de pradera. En este sentido, en las próximas páginas se discute la información recopilada de los ensayos de pastoreo en primavera realizados en los últimos años en la Estación Experimental de la Universidad Austral de Chile.

Inicialmente, se estudió el factor suplementación con distintos niveles de concentrado a vacas lecheras que pastoreaban praderas permanentes con dos ofertas diarias; en una primera temporada se comparó 26 vs 38 kg MS/vaca/día (moderado y alto) y en la segunda, 20 vs 30 kg MS/vaca/día (restrictivo y moderado), utilizándose en ambos ensayos, tres niveles de suplementación, 0, 3 y 6 kg/vaca/día. El efecto de suplementar concentrado fue positivo en ambos ensayos para aumentar la producción de leche (0 vs 3 ó 6 kg), pero no hubo efecto entre los niveles 3 y 6 kg. Además, la suplementación significó que las vacas redujeran el consumo de pradera, sin aumentar el consumo total de alimento. Respecto del factor oferta de pradera, cuando se utilizaron 26 vs 38 kg MS/vaca/día, no hubo efecto sobre la producción individual de leche, ni en el consumo de pradera ni total de alimento (Huerta, 2010, Aguirre, 2011). En cambio, sí hubo un efecto positivo sobre el consumo de pradera y total de alimento cuando se comparó las ofertas de 20 vs 30 kg/MS/vaca/día, traduciéndose en una mayor producción láctea, producción de proteína láctea y peso vivo. En los dos estudios las ofertas bajas permitieron aumentar la carga animal, y por ende la producción de leche/ha, de un 35% y de un 46% en los dos ensayos, respectivamente (Godoy, 2011).

En las siguientes primaveras, se estudió dos tipos de suplementos para vacas a pastoreo; el maíz grano húmedo (MGH) y el trigo partido (TP), en el primer ensayo, y luego en la primavera siguiente, el MGH y el ensilaje de maíz (ME). En ambos estudios, a las vacas se les ofreció 2 ofertas de pradera (20 vs 30 kg MS/vaca/día). El tipo de suplemento no modificó el consumo de pradera ni materia seca total, aun cuando las vacas suplementadas con el MGH produjeron más leche que las que recibieron los suplementos alternativos TP y ME, en ambos ensayos estudiados (Leichtle, 2015). Sin embargo, el MGH produjo un menor porcentaje de proteína láctea frente al TP, pero con una mayor concentración, cuando se comparó con el ME. El factor oferta de pradera en la primera evaluación no tuvo efecto sobre el consumo de pradera ni de alimento ni la producción de leche individual, pero sí los aumentó en la segunda evaluación, tal vez producto del mejor diseño del experimento. En consecuencia, la mayor carga animal lograda en la baja oferta de pradera para ambos ensayos, permitió incrementar la producción de leche por hectárea en un 29 y 34%, respectivamente.

En un estudio de tres años que evaluó el efecto de la asignación de pradera (baja o alta) en vacas lecheras (Balocchi *et al.*, 2013), observaron que las vacas mantenidas



en una baja oferta generaron un residuo más bajo, especialmente en meses de mayor productividad de la pradera (primavera, verano y otoño), lo cual, permitió mantener una carga animal 30% superior a los animales mantenidos con una alta oferta. Lo último, fue indicativo de una mayor tasa de sustitución en las vacas que se les ofreció la mayor asignación de pradera, ya que ambos tratamientos recibieron igual nivel de suplementación. Por otro lado, no se observaron diferencias en la producción y composición de leche entre tratamientos, sin embargo, se observó que al pasar de una alta a una baja asignación de pradera, la producción de leche aumentó desde 16.339 a 20.624 L, en respuesta a la mayor carga animal, lo cual representa un importante incremento de la rentabilidad del sistema lechero.

Momento de entrega de la suplementación

Una forma de reducir la tasa de sustitución y mejorar el desempeño productivo en vacas lecheras a pastoreo, es modificando el tiempo al cual se entrega la suplementación. Esta teoría se basa en que los factores que influyen en el término del pastoreo matutino y vespertino, son distintos. En el primer caso, ocurre en respuesta a la digestión de los alimentos (factores endocrinos), mientras que el término del pastoreo vespertino lo determinan factores ambientales (la puesta del sol). Por ende, si animales son suplementados durante la ordeña de la tarde, donde la digestión de alimentos no ejerce efecto sobre el pastoreo y se dispone de un largo período de pastoreo vespertino, se obtendría una menor tasa de sustitución y una mayor respuesta láctea a la suplementación (Sheahan *et al.*, 2011). Al respecto, Sheahan *et al* (2013) evaluaron el efecto de dar 3kg de concentrado durante la ordeña de la mañana o tarde. Como resultado esperado, hubo una reducción en el tiempo de pastoreo a través del día, sin importar el tiempo al cual fue ofrecido el suplemento. También observaron una tendencia a una mayor respuesta láctea cuando el suplemento fue ofrecido en la ordeña de la mañana que en la tarde. Sin embargo, recientemente Al-marashdeh *et al.*, (2015), evaluaron el efecto de suplementar con 3 kg MS/día de ensilaje de maíz en la mañana (S-AM) o tarde (S-PM) en vacas recibiendo soiling *ad-libitum* durante la tarde a fin de simular el pastoreo. Como resultado, obtuvieron que vacas en S-PM presentaron un más bajo consumo de pradera que vacas sin suplementar y similar a S-AM, sin ningún efecto sobre la producción y composición láctea.

Siguiendo la finalidad anteriormente comentada, se evaluó el efecto de un aditivo sensorial (ProEfficient ®, PE) agregado en el concentrado, sobre la respuesta productiva y el comportamiento en pastoreo de vacas lecheras en primavera. Las vacas se agruparon a 3 tratamientos concentrados: 1 kg/día concentrado mineral (CM); 7 kg/día concentrado base almidón (CC); 7 kg/día de CC con 30gr/día de PE (PEC), recibiendo el concentrado durante las ordeñas y pastorearon una oferta diaria de pradera de 30 kg MS/vaca/día, entregada en una franja diaria después de la ordeña de la tarde. Se observó que el aditivo sensorial PE tuvo un efecto sobre el comportamiento de pastoreo, logrando pastoreos más acelerados en menor tiempo y

destinando más minutos del día a la rumia (Pulido *et al.*, 2015). La respuesta lechera al concentrado (0,79 kg vs. 0,68 kg leche/kg concentrado para PCC and CC, respectivamente) y la concentración de proteína en leche fue incrementada por efecto de la suplementación con el aditivo sensorial PE. Además, PE tuvo un efecto sobre el comportamiento de pastoreo, logrando pastoreos más acelerados en menor tiempo y destinando más minutos del día a la rumia (Nannig *et al.*, 2015, Pulido *et al.* 2015).

Sincronía energía-proteína

Como se mencionó anteriormente, otro factor limitante de la producción de leche en sistemas pastoriles es la falta de sincronía entre la energía y proteína cruda disponible a nivel ruminal, cuya consecuencia es una baja eficiencia de uso del nitrógeno (EUN), cuyo valor oscila entre 13-31% en comparación al 40-45% encontrado en sistemas estabulados. La EUN se define como la fracción de nitrógeno ingerido que es retenido en la leche (Phuong *et al.*, 2013), la cual, ha sido considerada como la base para la sustentabilidad económica y ambiental en sistemas de producción de rumiantes (Cabrita *et al.*, 2014). La falta de sincronía entre la proteína y energía a nivel ruminal que conlleva a una baja EUN, es una consecuencia intrínseca de la composición química de praderas permanentes dominadas por *Lolium perenne*, las cuales pueden ser englobadas en diferentes tasas de degradación entre el nitrógeno (9-14%) y la materia orgánica (7%) (Gehman *et al.*, 2006), en una alta concentración de proteína soluble (Hoekstra *et al.*, 2007) y en una proporción entre CNE y PC por debajo a lo requerido por los microorganismos ruminales (2,0) para una eficiente síntesis de proteína microbiana (Hoover y Stokes, 1991, Trevaskis *et al.*, 2004).

Bajo esta condición, una gran cantidad del nitrógeno ingresando al rumen no será utilizado por los microorganismos ruminales, generando una acumulación de amonio, el cual será convertido a urea en el hígado, con un costo energético de 30kJ EM g de nitrógeno convertido en urea (Pacheco y Waghorn, 2008), lo cual podría ser equivalente a una pérdida de producción láctea de 1,8L/día en vacas lecheras a pastoreo. Bajo esta situación, todo el nitrógeno consumido que no es incorporado hacia la leche es eliminado a través de la orina y fecas (60-90%) (Flachowsky y Lebzien, 2006). La orina es la principal vía de excreción del nitrógeno, del cual, el 50-90% se encuentra como nitrógeno ureico (Burgos *et al.*, 2007, Selbie *et al.*, 2015), potencial contaminante del suelo, agua y atmósfera, haciendo cuestionable la sustentabilidad del sector lechero a pastoreo. Es por esto que resulta fundamental el estudio e incorporación de estrategias que permitan incrementar la eficiencia de uso del nitrógeno y disminuyan la excreción de nitrógeno a través de la orina.

La suplementación otorga una estrategia para mejorar la EUN, ya que nos permite manipular el valor nutritivo de la dieta de las vacas alimentadas mayormente a pradera (Mulligan *et al.*, 2004, Hoekstra *et al.*, 2007). Ha sido señalado por Keim y Anrique (2011) las principales estrategias nutricionales para mejorar la eficiencia de utilización del nitrógeno en vacas lecheras a pastoreo, son el diluir el consumo de



nitrógeno mediante el uso de suplementos altos en carbohidratos (CHO) y bajos en proteína, mejorar la sincronía ruminal entre CHO y N e incrementar la concentración de carbohidratos solubles (WSC) de las praderas. En cuanto al efecto de la suplementación, el uso de suplementos bajos en proteína y ricos en carbohidratos (hasta 10kg/vaca/día), permite incrementar la EUN desde 21 a 28,2% en vacas no suplementadas y suplementadas, respectivamente. La mejor EUN (28,2%), se obtuvo en el trabajo de Whelan et al (2012), en el cual suplementó con concentrados altos en proteína cruda (>19%, Harina de Soya, AP) o bajos (<15%, con o sin grano de maíz, LP y LP+M, respectivamente) a vacas recibiendo una oferta de pradera de 19kg MS/vaca/día. Como resultado, el tratamiento suplementado con LP+M generó la mejor EUN y una menor excreción de nitrógeno en orina en comparación a HP y LP. En estos trabajos, el mejoramiento en la EUN puede ser debido a un incremento en la SPM, lo cual se explicaría porque disminuyó la proporción entre N excretado orina/fecas, debido a que gran parte de la proteína microbiana es eliminada a través de las fecas, la cual, tiene poder contaminante menor al nitrógeno urinario. Por otro lado, la suplementación disminuyó el consumo de pradera e incrementó el rendimiento lácteo por vaca, permitiendo incrementar la carga animal y con ello la producción de leche por unidad de superficie.

Sin embargo, el mejoramiento de la EUN en vacas lecheras a pastoreo requiere la combinación de diferentes estrategias de suplementación y manejo pastoreo, las cuales deberían considerar el dar suplementos ricos en carbohidratos y ofrecer la asignación de pradera en la tarde. Esto último, en razón a que la concentración de WSC en gramíneas es más alta en la tarde que durante la mañana, en respuesta a la acumulación de azúcares durante la actividad fotosintética y en contraste, la concentración de PC que suele ser más alta durante la mañana, presentando una relación inversa con los WSC (Rutter *et al.*, 2004, Lund *et al.*, 2008, Pulido *et al.*, 2015). Por otro lado, la pradera presenta un mejor valor nutritivo en la tarde en respuesta a su mejor contenido de MS, digestibilidad, palatabilidad y dilución de la fibra (Vibart *et al.*, 2011). Todos estos cambios diurnos en el valor nutritivo de la pradera, no solo han sido vinculado con una mejor EUN, sino también con potenciales cambios en el patrón temporal de consumo de pradera y alteraciones en el comportamiento ingestivo de vacas lecheras a pastoreo (Vibart *et al.*, 2011), generando un mayor consumo de pradera en animales que reciben su oferta de pradera en la tarde, momento en el cual se observa un mayor contenido de MS y WSC (Orr *et al.*, 2001; Vibart *et al.*, 2011). Por otro lado, es necesario tener en cuenta que el mejoramiento en la EUN mediante el uso de suplementos ricos en carbohidratos ocurriría en condiciones en las cuales la pradera tenga un contenido proteico mayor a 200 g PC/kg MS, situación que ocurre durante gran parte del año en las praderas del sur de Chile, exceptuando los meses de verano.

Con la información disponible y la que se pretende obtener en los próximos años, se espera aportar al conocimiento a nivel nacional en esta área temática de la

suplementación de vacas lecheras a pastoreo y por lo tanto, ayudar a mejorar la competitividad en los sistemas lecheros del sur de Chile.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, C. Efecto de la oferta de pradera y nivel de suplementación con concentrado, en la respuesta productiva de vacas lecheras en pastoreo primaveral. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 2011.
- AL-MARASHDEH, O., GREENWOOD, S.L., HODGE, S. y EDWARDS, G.R. The effects of feeding maize silage at different times prior to a herbage meal on dry matter intake, milk solids production and nitrogen excretion in late-lactation dairy cows. *Proc. New Zeal. Soc An.* 2015. 75: 140-144. BALOCCHI, O., PULIDO, R.G. y MERINO, V. Oferta diaria de pradera: Efecto sobre el rendimiento y calidad de la pradera y sobre la producción de leche por vaca y por hectárea. *AgroSur.* 2013. 41(2): 9-16.
- BALOCCHI, O. La pradera como alimento. In: PULIDO, R., PARGA, J., LANUZA, A Y BALOCCHI, O. Suplementación de vacas lecheras a pastoreo. Ed. Imprenta América, Osorno, Chile. 2013, pp. 9-20.
- BALOCCHI, O., PULIDO, R.G. y MERINO, V. Oferta diaria de pradera: Efecto sobre el rendimiento y calidad de la pradera y sobre la producción de leche por vaca y por hectárea. *AgroSur.* 2013. 41(2): 9-16.
- BARGO, F., MULLER, L.D., DELAHOY, J.E. y CASSIDY, T.W. Milk Response to Concentrate Supplementation of High Producing Dairy Cows Grazing at Two Pasture Allowances. *J. Dairy Sci.* 2002. 85: 1777-1792.
- BARGO, F.M., L. D., KOLVER, E.S. y DELAHOY, J.E. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. *J. Dairy Sci.* 2003. 86: 1-42.
- BURGOS, S.A., FADEL, J.G. y DEPETERS, E.J. Prediction of ammonia emission from dairy cattle manure based on milk urea nitrogen: relation of milk urea nitrogen to urine urea nitrogen excretion. *J Dairy Sci.* 2007. 90(12): 5499-5508.
- CABRITA, A.R., FONSECA, A.J. y DEWHURST, R.J. Short communication: Relationship between the efficiency of utilization of feed nitrogen and 15N enrichment in casein from lactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 2014. 97(11): 7225-7229.
- CLARK, D.A. y WOODWARD, S.L. Supplementation of dairy cows, beef cattle and sheep grazing pasture. En: Rattray, P.V., Brookes, I.M., y Nicol, A.M. Pasture and supplements for grazing animals. New Zealand Society of Animal Production. Occasional publication. No. 14. 2007, 117-133.
- FLACHOWSKY, G. y LEBZIEN, P. Possibilities for reduction of nitrogen (N) excretion from ruminants and the need for further research - a review. *Landbauforschung Volkenrode.* 2006. 56(1-2): 19-30.
- GEHMAN, A.M., BERTRAND, J.A., JENKINS, T.C. y PINKERTON, B.W. The Effect of Carbohydrate Source on Nitrogen Capture in Dairy Cows on Pasture. *J. Dairy Sci.* 2006. 89: 2659-2667.
- GODOY, S.A.C. Respuesta productiva y metabólica de vacas lecheras suplementadas con concentrado con concentrado y pastoreando diferentes ofertas de pradera en primavera. Tesis de magister. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 2011, p. 52.



- HOEKSTRA, N.J., SCHULTE, R.P.O., STRUIK, P.C. y LANTINGA, E.A. Pathways to improving the N efficiency of grazing bovines. *Eur. J. Agron.* 2007. 26(4): 363-374.
- HOOVER, W.H. y STOKES, S.R. Balancing Carbohydrates and Proteins for Optimum Rumen Microbial Yield. *J. Dairy Sci.* 1991. 74: 3630-3644.
- HUERTA, C.A. Efecto del nivel de suplementación y oferta de pradera sobre la respuesta productiva en vacas lecheras a inicio de lactancia en pastoreo primaveral. Memoria de título, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile. 2010
- KEIM, J.P. y ANRIQUE, R. Review: Nutritional strategies to improve nitrogen use efficiency by grazing dairy cows. *Chil. J. Agr. Res.* 2011. 71(4): 623-633.
- KENNEDY, E., O'DONOVAN, M., DELABY, L. y O'MARA, F.P. Effect of herbage allowance and concentrate supplementation on dry matter intake, milk production and energy balance of early lactating dairy cows. *Livest. Sci.* 2008. 117(2-3): 275-286.
- KOLVER, E.S., MULLER, L.D., BARRY, M.C. y PENNO, J.W. Evaluation and Application of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System for Dairy Cows Fed Diets Based on Pasture. *J. Dairy Sci.* 1998. 81: 2029-2039.
- LEICHTLE, L. Evaluación del uso del maíz grano húmedo como suplemento energético para vacas lecheras en pastoreo primaveral, alimentadas con dos ofertas de praderas. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 2015.
- LUND, P., SØEGAARD, K. y WEISBJERG, M.R. Effect of strategies regarding concentrate supplementation and day-time grazing on N utilization at both field and dairy cow level. *Livest. Sci.* 2008. 114(1): 93-107.
- NANNIG, P., PULIDO, R., RUIZ-ALBARRÁN, M., BARGO, F., CUSSEN, R., ACUÑA, J., IPHARRAGUERRE, I.R. Efecto de un aditivo sensorial adicionado en el concentrado, sobre el comportamiento ingestivo de vacas lecheras en pastoreo primaveral. XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal y LX Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal. 9 y 13 de noviembre. Pto. Varas, Chile. 2015.
- MULLIGAN, F.J., DILLON, L.P., CALLAN, J.J., RATH, M. y O'MARA, F.P. Supplementary Concentrate Type Affects Nitrogen Excretion of Grazing Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 2004. 87: 3451-3460.
- OFICINA DE ESTUDIOS DE POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA). Boletín de la leche. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. 2004-2014.
- ORR, R.J., RUTTER, S.M., PENNING, P.D. y ROOK, A.J. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. *Grass Forage Sci.* 2001. 56: 352-361.
- PACHECO, D. y WAGHORN, G.C. Dietary nitrogen – definitions, digestion, excretion and consequences of excess for grazing ruminants. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association.* 2008. 70: 107-116.
- PÉREZ, P., ANRIQUE, R. y GONZÁLEZ, H. Factores no Genéticos que Afectan la Producción y Composición de la Leche en un Rebaño de Pariciones de la Décima Región de los Lagos, Chile. 2007. *Agric. Tec.* 67: 39-48.
- PÉREZ-PRIETO, L., PEYRAUD, J.L. y DELAGARDE, R. Does pre-grazing herbage mass really affect herbage intake and milk production of strip-grazing dairy cows? *Grass Forage Sci.* 2012. 68: 93-109.

- PÉREZ-PRIETO, L.A., PEYRAUD, J.L. y DELAGARDE, R. Substitution rate and milk yield response to corn silage supplementation of late-lactation dairy cows grazing low-mass pastures at 2 daily allowances in autumn. *J Dairy Sci.* 2011. 94(7): 3592-3604.
- PHUONG, H.N., FRIGGENS, N.C., DE BOER, I.J. y SCHMIDELY, P. Factors affecting energy and nitrogen efficiency of dairy cows: a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 2013. 96(11): 7245-7259.
- POFF, J., BALOCCHI, O. y LÓPEZ, I. Sward and tiller growth dynamics of *Lolium perenne* L. as affected by defoliation frequency during autumn. *Crop Pasture Sci.* 2011. 62: 346-354.
- PULIDO, R.G. Antecedentes de respuesta lechera y comportamiento alimenticio de vacas lecheras recibiendo distintas ofertas de pradera y suplementación, durante el otoño y primavera. El XXXIX Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal, XXVII Congreso Argentino de Producción Animal y el 2nd Joint Meeting ASAS-AAPA. Buenos Aires, Argentina. 2014.
- PULIDO, R. La pradera como alimento. In: PULIDO, R., PARGA, J., LANUZA, A Y BALOCCHI, O. Suplementación de vacas lecheras a pastoreo. Ed. Imprenta América, Osorno, Chile. 2013, pp. 73-84.
- PULIDO, R.G., BERNDT, S., ORELLANA, P. y WITWER, F. Efecto del tipo de carbohidrato en el concentrado sobre la respuesta productiva de vacas lecheras de alta producción en pastoreo primaveral. *Arch. Med. Vet.* 2007. 39(1): 19-26.
- PULIDO, R.G., ESCOBAR, A., FOLLERT, S., LEIVA, M., ORELLANA, P., WITWER, F. y BALOCCHI, O. Efecto del nivel de suplementación con concentrado sobre la respuesta productiva en vacas lecheras a pastoreo primaveral con alta disponibilidad de pradera. *Arch. Med. Vet.* 2009. 41: 197-204.
- PULIDO, R.G., MUÑOZ, R., JARA, C., BALOCCHI, O.A., SMULDERS, J.P., WITWER, F., ORELLANA, P. y O'DONOVAN, M. The effect of pasture allowance and concentrate supplementation type on milk production performance and dry matter intake of autumn-calving dairy cows in early lactation. *Livest. Sci.* 2010. 132(1-3): 119-125.
- PULIDO, R.G., RUIZ-ALBARRÁN, M., BARGO, F., TEDÓ, G., CUSSEN, R., ACUÑA, J., ROCHE, J.R. E IPHARRAGUERRE, I.R. A sensory additive increases milk and protein responses to concentrate supplementation in grazing dairy cows. ADSA-ASAS Joint Annual Meeting. 12 y 16 de Julio. Orlando, Florida. 2015.
- ROCHE, J. y W, HOLMES. Milk production, body condition score and reproduction responses to supplementation in grazing dairy cows.. South Island Dairy event Proceeding. 2007
- RUTTER, S.M., ORR, J.R., YARROW, N.H. y CHAMPION, R.A. Dietary Preference of Dairy Cows Grazing Ryegrass and White Clover. *J. Dairy Sci.* 2004. 87: 1317-1324.
- SELBIE, D.R., BUCKTHOUGHT, L.E. y SHEPHERD, M.A. The Challenge of the Urine Patch for Managing Nitrogen in Grazed Pasture Systems. 2015. 129: 229-292.
- SHEAHAN, A.J., GIBBS, S.J. y ROCHE, J.R. Timing of supplementation alters grazing behavior and milk production response in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2013. 96(1): 477-483.
- SHEAHAN, A.J., KOLVER, E.S. y ROCHE, J.R. Genetic strain and diet effects on grazing behavior, pasture intake, and milk production. *J Dairy Sci.* 2011. 94(7): 3583-3591.



- TAS, B.M., TAWHEEL, H.Z., SMIT, H.J., ELGERSMA, A., DIJKSTRA, J. y TAMMINGA, S. Effects of Perennial Ryegrass Cultivars on Milk Yield and Nitrogen Utilization in Grazing Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 2006. 89: 3494-3500.
- TREVASKIS, L.M., FULKERSON, W.J. y NANDRA, K.S. Effect of time of feeding carbohydrate supplements and pasture on production of dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 2004. 85(2-3): 275-285.
- VIBART, E., PACHECO, D., LOWE, K. Y BARRETT, B.A. Performance, nitrogen utilization, and grazing behavior from late-lactation dairy cows offered a fresh allocation of a ryegrass-based pasture either in the morning or in the afternoon. Occasional Report No.24. In: Currie, C.L., Christensen, C.L. Eds., *Adding to the Knowledge Base for the Nutrient Manager, Fertilizer and Lime Research Centre*, Massey University, Palmerston North, New Zealand, 2011, pp.12.
- WHELAN, S.J., PIERCE, K.M., MCCARNEY, C., FLYNN, B. y MULLIGAN, F.J. Effect of supplementary concentrate type on nitrogen partitioning in early lactation dairy cows offered perennial ryegrass-based pasture. *J Dairy Sci.* 2012. 95(8).



CARACTERIZACIÓN Y COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DE LECHE PROVENIENTE DE TRES SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS

R. Morales¹, F. Lanuza¹, I. Subiabre¹, S. Muñoz², A. Carvajal¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Ruta 5 km 8, Osorno.

²Programa de Magister en Ciencia mención Producción Animal, Universidad Austral de Chile.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las recomendaciones dietéticas reconocen que la leche y los productos lácteos son una excelente fuente de nutrientes esenciales (ej: calcio, potasio, magnesio, zinc, riboflavina, vitamina A, folato, vitamina D y proteínas de elevada calidad nutricional), así como un vehículo ideal de componentes bioactivos que pueden aportar beneficios para la salud humana (Collomb *et al.*, 2006; Hur *et al.*, 2007). Uno de estos componentes es la grasa láctea (3 a 5% en leche), considerada uno de los constituyentes más importantes de la leche en cuanto a su valor nutricional, la aptitud tecnológica (fabricación de productos lácteos) y la palatabilidad que entrega a los productos lácteos (Rodríguez-Alcalá y Fontecha, 2009).

Diferentes estudios han demostrado que el perfil de ácidos grasos de la leche tiene influencia en la salud humana (Lock and Bauman, 2004; Bauman y Griinari, 2003; Bauman *et al.*, 2008). Entre ellos, el ácido linoleico conjugado (CLA) y sus isómeros son la principal fuente de CLA en las dietas del humano. El CLA predominante (90%) en la grasa de leche es el ácido ruménico (AR: ácido linoleico conjugado *cis-9 trans-11*) que se origina durante el proceso de biohidrogenación de los ácidos insaturados en el rumen y por síntesis endógena en la glándula mamaria (Lock y Bauman, 2004; Khanal y Olson, 2004; Kalac y Samková, 2010; Bauman y Lock, 2010). Este ácido graso (AR), presente en la grasa de rumiantes tiene varios atributos positivos para la salud humana destacándose algunas propiedades anticancerígenas, inmunoestimulantes y efectos antiaterogénicos, entre otros. (Ver las revisiones de Whigham *et al.*, 2000; Albers y Wielen, 2003; Haug *et al.*, 2007; Bauman y Lock, 2010; FAO, 2010; Crumb, 2011; Dilzer y Park, 2012).

La leche también es una fuente de ácidos grasos *n-3*, que son reconocidos por prevenir diferentes enfermedades cardiovasculares, como por ejemplo, la diabetes tipo 2, la artritis reumatoide, el asma, enfermedades degenerativas asociadas a la edad, y en ocasiones, por una reducción del riesgo en algunos tipos de cáncer, entre otras propiedades beneficiosas (Ver las revisiones de Ruxton *et al.*, 2004; Hibbeln *et al.*, 2006; DeFilippis y Sperling, 2006; Haug *et al.*, 2007; FAO, 2010).

En la actualidad, está bien documentado que la dieta del animal afecta el contenido y la composición de la grasa láctea (Bauman y Griinari, 2003; Bauman *et al.*, 2008). La leche proveniente de vacas a pastoreo contiene más ácidos grasos *n-3* y ácido ruménico que aquella de animales alimentados en base a granos y concentrados (Kay *et al.*, 2005; Gómez-Cortés *et al.*, 2009). Esto se debería al alto contenido de ácido linolénico (*n-3*) en la composición de los ácidos grasos del pasto (Elgersma *et*

al., 2003). Kelly *et al.*, (1998) indicaron que la leche de vacas de alta producción en pastoreo presenta el doble de concentración de AR en su materia grasa, en comparación con la grasa de la leche de vacas alimentadas con una dieta totalmente mezclada base ensilaje de maíz. No obstante, se observó un menor consumo en las vacas a pastoreo y cerca de un 30% menos de producción de leche.

En los últimos años, la demanda de productos más sanos en la población mundial y nacional ha ido en aumento (Schnettler *et al.*, 2010; Realini *et al.*, 2014). En un estudio reciente se ha demostrado que los consumidores están dispuestos a pagar un sobreprecio por los productos enriquecidos con ácidos grasos n-3 y/o CLA (Realini *et al.*, 2014). Además, los consumidores a nivel nacional valoran positivamente los productos alimenticios que provienen de animales alimentados a pastoreo y criados al aire libre (Schnettler *et al.*, 2008; Morales *et al.*, 2013).

Al considerar la dinámica del crecimiento y potencial de la producción de leche en la zona sur, y en particular, a la predominancia de los sistema pastoriles que permiten durante gran parte del año realizar una producción de leche natural, se podría añadir valor al aumentar los ácidos grasos saludables de la leche y productos lácteos (*n-3* y AR o CLA), para generar así una mayor competitividad. Sin embargo, existe escasa información científica sobre la influencia de los diferentes sistemas de producción de leche en Chile en el perfil de ácidos grasos de la leche.

El objetivo de este estudio fue evaluar el perfil de los ácidos grasos de la leche producida en la Región de Los Ríos (Chile) bajo tres diferentes sistemas de producción lechera (pastoril, mixto y dieta TMR).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se seleccionaron nueve predios mediante una encuesta considerada en el Proyecto Fondef Regional. Estos se clasificaron principalmente de acuerdo a los sistemas de manejo (alojamiento) y alimentación (niveles de suplementación) utilizados por los agricultores, distribuyéndose en tres tratamientos: Confinamiento intensivo o de estabulación completa) Mixto (semi-intensivo o de estabulación parcial en invierno) y Pastoril (extensivo o pastoreo todo el año); cada tratamiento contó con tres predios (repeticiones). En la Tabla 1 se establecen las características de los predios pertenecientes a cada tratamiento respecto a la ración utilizada, la superficie promedio útil para la lechería (ha), la producción de leche anual (millones de litros) y el número de vacas en leche, más los criterios de selección de los predios utilizados.

El consumo voluntario de forraje fresco en los sistemas productivos mixto y pastoril fue estimado de manera indirecta según Baker (1982) mientras que el consumo forraje conservado y concentrado se estimaba a partir de la información obtenida de los registros de cada uno de los productores en base a la cantidad ofertada.

En los predios se tomó muestras de leche de estanque, y de los alimentos utilizados (pradera, ensilajes y concentrados):

A) En la leche de estanque se realizó los siguientes análisis una vez al mes por 18 meses (abril 2012-Septiembre 2013):

- Grasa y proteína total, células somáticas, Urea en leche.
- Perfil de ácidos grasos.



B) En pradera, forrajes conservados y concentrados se realizó un análisis de la composición nutricional de una muestra compuesta mensual.

Tabla 1. Criterio de selección de predios que participaron en el estudio y características del sistema productivo

Criterios de selección de predios		
<ul style="list-style-type: none"> • Predio localizado en la Región de Los Ríos • Similar período de confinamiento de vacas durante la lactación en sistemas mixtos • Período de pastoreo para los sistemas pastoriles y mixtos • Tipo de raza (Holstein Friesian) • Similar nivel de producción • Control lechero • Similar sistema de producción • Productor interesado en participar del estudio 		
Características de los sistemas		
Pastoril	Mixto	Ración totalmente mezclada
Vacas en producción: 185	Vacas en producción: 382	Vacas en producción: 450
Pastoreo todo el año	Pastoreo en otoño, primavera y verano	Soiling de pradera
Concentrado en sala de ordeña Suplementación de forraje conservado en otoño e invierno. Suplemento de cultivos en el verano (nabos)	Concentrado en sala de ordeña y TMR en confinamiento durante el invierno Suplementación de forraje conservado en otoño e invierno Riego de praderas en verano	Confinamiento a lo largo de todo el año Alimentación con una ración totalmente mezclada (TMR)

Los análisis de composición de leche se realizaron en un equipo MILKOSCAN™ (Materia grasa, Proteína, Sólidos Totales, Sólidos No Grasos y Urea) y para el Análisis de Calidad Higiénica en un FOSSOMATIC™ (Recuento de Células Somáticas). Estos análisis se realizaron en el laboratorio de calidad de leche del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Carillanca.

Para el perfil de ácidos grasos, primero se realizó la extracción de la grasa por el método de Bligh y Dyer (1959), modificado por Lumbey y Colwell (1991) y una vez extraída, se metiló de acuerdo al método de Ichihara *et al.*, (1996). Posteriormente se realizó la cuantificación por cromatografía gaseosa (Rico *et al.*, 1990). Las mediciones se llevaron a cabo en el laboratorio de calidad de alimentos de INIA Remehue.

El análisis estadístico utilizado fue un ANOVA de medidas repetidas, con sistema de alimentación, tiempo e interacción entre ambas variables. Se utilizó la prueba de Tukey para comparaciones múltiples. El análisis realizó utilizando el programa SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema Pastoril entregó mayor cantidad de forraje fresco, mientras que el sistema TMR entregó la mayor cantidad de concentrado y forraje conservado y la menor cantidad de forraje fresco (Tabla 2). El sistema Pastoril incluyó nabo forrajero en la dieta en los meses de verano (Enero: 5 kg DM⁻¹ y febrero: 2.8 kg DM⁻¹ (Tabla 2).

Tabla 2. Componentes de la dieta por sistema productivo.

Componentes de la dieta	Sistema productivo		
	Pastoril	Mixto	TMR
Forraje fresco (kg d ⁻¹)	6.62 ^a	5.78 ^a	3.69 ^b
Forraje conservado (kg d ⁻¹)	3.66 ^b	4.17 ^b	7.24 ^a
Concentrado (kg d ⁻¹)	4.84 ^b	6.76 ^b	10.00 ^a
Forraje fresco: concentrado ratio	1.39 ^a	0.90 ^b	0.38 ^c
Nabo forrajero (kg d ⁻¹)	0.44	---	---
Total DMI (kg d ⁻¹)	15.6 ^b	16.7 ^b	20.8 ^a

^{ab} Letras iguales dentro de la fila no indica diferencias significativas entre sistemas de producción ($P > 0.05$).

Forraje fresco: pastoreo o/y *soiling* de *Lolium multiflorum* (Sistema ración totalmente mezclada). Forraje conservado: pradera y ensilaje de maíz, pradera y alfalfa.

De acuerdo a la tabla 3 el sistema de la dieta totalmente mezclada (STMR) presentó la mayor cantidad de materia seca y menor concentración de fibra detergente neutra (FDN) en su dieta. Al evaluar el perfil de ácidos grasos de la dieta se observó que el sistema pastoril (SP) presentó el valor más bajo de C18:2 *n*-6, mientras que los sistemas Pastoril (SP) y Mixto (SM) tuvieron valores más elevados de C18:3 *n*-3 (α -linoleico) en comparación a STMR. Esto puede relacionarse con la composición de la pradera, puesto que esta contiene una alta proporción de ácido α -linoleico (50%-75%), en relación al total de ácidos grasos (Elgersma *et al.*, 2006).

**Tabla 3. Composición de la dieta y perfil de ácidos grasos (g/100g de ácidos grasos totales) por sistema productivo.**

Composición de la dieta	Sistema productivo		
	Pastoril	Mixto	TMR
Materia seca %	24.8 ^c	30.1 ^b	33.8 ^a
Proteína cruda (%DM)	20.7	20.8	17.1
Energía metabolizable (Mcal kg ⁻¹)	2.72	2.71	2.75
Fibra detergente neutra (%DM)	40.9 ^a	37.5 ^a	31.9 ^b
Extracto etéreo (%DM)	3.31	3.10	3.19
Perfil de ácidos grasos (%)			
C16:0	31.9	31.6	26.1
C18:1	18.3	16.1	23.8
C18:2	18.9 ^c	26.0 ^b	33.1 ^a
C18:3	16.5 ^a	14.3 ^a	9.1 ^b
C20:0	0.961 ^a	0.649 ^b	0.621 ^b

^{ab}Letras iguales dentro de la fila no indica diferencias significativas entre sistemas de producción ($P > 0.05$).

Tabla 4. Cantidad y composición de leche por sistema productivo.

Parámetro	Sistema productivo		
	Pastoril	Mixto	TMR
Leche por vaca (kg d ⁻¹)	23.0 ^b	25.3 ^{ab}	28.7 ^a
Grasa (%)	4.14 ^a	3.68 ^b	3.84 ^{ab}
Proteína (%)	3.47	3.43	3.39
Lactosa (%)	4.74 ^c	4.85 ^b	4.92 ^a
Urea (g ml ⁻¹)	0.308 ^a	0.298 ^{ab}	0.284 ^b
Recuento células somáticas ($\times 10^2$ cel ml ⁻¹)	172.7 ^b	163.9 ^b	210.7 ^a

^{ab}Letras iguales dentro de la fila no indica diferencias significativas entre sistemas de producción ($P > 0.05$).

El sistema TMR presentó la mayor producción de leche por vaca, seguido del SM y en menor cantidad el SP (Tabla 4). El porcentaje de grasa fue más alto para el SP y más bajo para SM. Resultados similares fueron obtenidos por Calvache (2009). El contenido de lactosa fue más alto en el STMR y más bajo en SP, con lo cual se

podría explicar la positiva relación entre la lactosa y la energía proporcionada por la dieta (Kendall *et al.*, 2009). El contenido de urea fue más alto en SP que en STMR, situando al sistema SM en el medio. De todos modos los valores se encontraron en el rango normal ($0.150 - 0.420 \text{ g ml}^{-1}$) de acuerdo a Noro y Wittwer (2003). Las células somáticas fueron más altas en STMR por sobre los otros dos sistemas. Este sentido, los sistemas confinados aumentan el riesgo de contaminación ambiental, asociada con la mastitis subclínica, y por lo tanto esto puede resultar en valores altos de recuento de células somáticas (Golberg *et al.*, 1992; Olivo *et al.*, 2005).

De acuerdo a la tabla 5, la Leche proveniente del SP presentó valores más bajos de C18:2 *n*-6 (c-9 c-12) y α -linolenico en leche, que el STMR. Resultados similares obtuvieron Jenkins y McGuire (2006). Estos resultados pueden asociarse a la composición de ácidos grasos de la dieta. De la misma forma Dhiman *et al.*, (1999), White *et al.*, (2001) y Gómez-Cortés *et al.*, (2009) determinaron que altas concentraciones de concentrado en la dieta, derivaban en altos contenidos de ácidos grasos *n*-6 en la leche por sobre los encontrados en sistemas pastoriles. Visto de otra de manera incrementos del ácido α -linolenico en leche, se pueden ver beneficiados por dietas en base a pradera (Gómez-Cortés *et al.*, 2009). Leche de SP y SM presentaron valores más altos de CLA y C18:3 *n*-6 en comparación a STMR, asimismo la leche SP tuvo valores más altos de C18:3 *n*-3. Leche proveniente de los sistemas SP y SM tuvieron aproximadamente un 50% más de CLA que la leche obtenida en STMR. Cabe señalar que el ácido ruménico (CLA) es producido como resultado de los procesos de biohidrogenación que ocurren en el rumen, donde la dieta compuesta por ácidos grasos insaturados (principalmente C18:2 *n*-6 y C18:3 *n*-3) experimentan sucesivas etapas de isomerización y reducción (Lock y Bauman, 2004; Kalač y Samková, 2010). Además la mayoría del CLA presente en la grasa de la leche es sintetizado por la enzima Δ -9-desaturasa en la glándula mamaria mediante conversión endógena a partir del ác. vacénico (Bauman y Griinari, 2003). El efecto positivo del consumo de pradera sobre el contenido de CLA en la leche en vacas lecheras, ha sido previamente estudiado por diferentes autores (Kelly *et al.*, 1998; Ferlay *et al.*, 2006; Gómez-Cortés *et al.*, 2009). En este estudio, los contenidos de CLA en la grasa de la leche para los sistemas SP y SM, superaron los reportados por Aviléz *et al.*, (2012, 2013) en estudios de los sistemas pastoriles del sur de Chile. El departamento Británico de Salud, 1994 y Hibbeln *et al.*, 2006, consideran que proporciones de ácidos grasos *n*-6:*n*-3 en las dietas de consumo humano no debiesen superar el valor 4.0 para la relación *n*-6:*n*-3. Proporciones por sobre este valor son considerados como factores de riesgo para ciertos tipos de cánceres y enfermedades coronarias. En ese sentido, sólo SP obtuvo relaciones *n*-6:*n*-3 menores a 4.0.

La interacción entre tiempo y sistema fue significativa para el ácido ruménico y los ácidos grasos *n*-6. A partir de agosto y hasta diciembre el CLA incrementó su concentración en los SP y SM (Figura 1). Este incremento coincidió con el incremento de consumo de pradera en el mismo período para ambos sistemas (Figura 2). Al respecto, Balocchi (1986) indica que la producción de pradera en el Sur de Chile varía durante todo el año, mostrando mayores producciones en la época de primavera y valores más bajos de crecimiento en invierno y en los veranos secos.

**Tabla 5. Perfil de ácidos grasos (g/100g de ácidos grasos totales) por sistema de producción.**

Ácidos grasos	Sistema productivo		
	Pastoreo	Mixto	TMR
Total AGS	67.19	66.17	67.98
C14:0	10.77	10.63	11.03
C16:0	30.54	31.04	32.34
C18:0	13.75	12.58	12.19
AGI	32.31	33.34	31.58
C18:1 <i>t</i> -11	0.88	1.34	0.70
C18:1 <i>c</i> -9	25.50	25.71	24.61
C18:2 <i>n</i> -6 <i>trans</i>	0.27	0.31	0.26
C18:2 <i>n</i>-6 <i>cis</i>	1.30 ^b	1.81 ^{ab}	2.28 ^a
C18:3 <i>n</i>-3	0.74 ^a	0.69 ^{ab}	0.53 ^b
C18:3 <i>n</i>-6	0.10 ^a	0.08 ^a	0.073 ^b
CLA C18:2 <i>c</i>-9, <i>t</i>-11	0.83 ^a	0.96 ^a	0.61 ^b
Indefinidos	0.49	0.49	0.44
<i>n</i>-3	0.74 ^a	0.70 ^{ab}	0.53 ^b
<i>n</i>-6	2.49	3.16	3.21
<i>n</i>-6:<i>n</i>-3	3.41 ^b	4.75 ^{ab}	6.64 ^a

^{ab}letras iguales dentro de la fila no indica diferencias significativas entre sistemas de producción ($P > 0.05$).

AGS: ácidos grasos saturados. AGI: ácidos grasos insaturados.

Jahreis *et al.*, (1997) compararon la agricultura convencional utilizando altos insumos externos de fertilizantes y concentrados, con o sin pastoreo durante la primavera-verano, contra un sistema orgánico con bajos insumos externos y con pastoreo en verano. La leche producida orgánicamente obtuvo los valores más altos de ácido ruménico en la grasa de la leche, especialmente entre mayo y septiembre (hemisferio norte), donde es posible producir leche a pastoreo. En otro estudio la leche proveniente de sistemas pastoriles y sistemas orgánicos con bajos insumos externos, obtuvieron altas concentraciones de ácido ruménico y α -linolenico, comparado con leche proveniente de sistemas con altos insumos externos (Butler *et al.*, 2008). En ese sentido Dhiman *et al.*, (1999) indicaron que el incremento de la proporción de pradera en la dieta está directamente relacionado con el incremento de ácido ruménico en la leche.

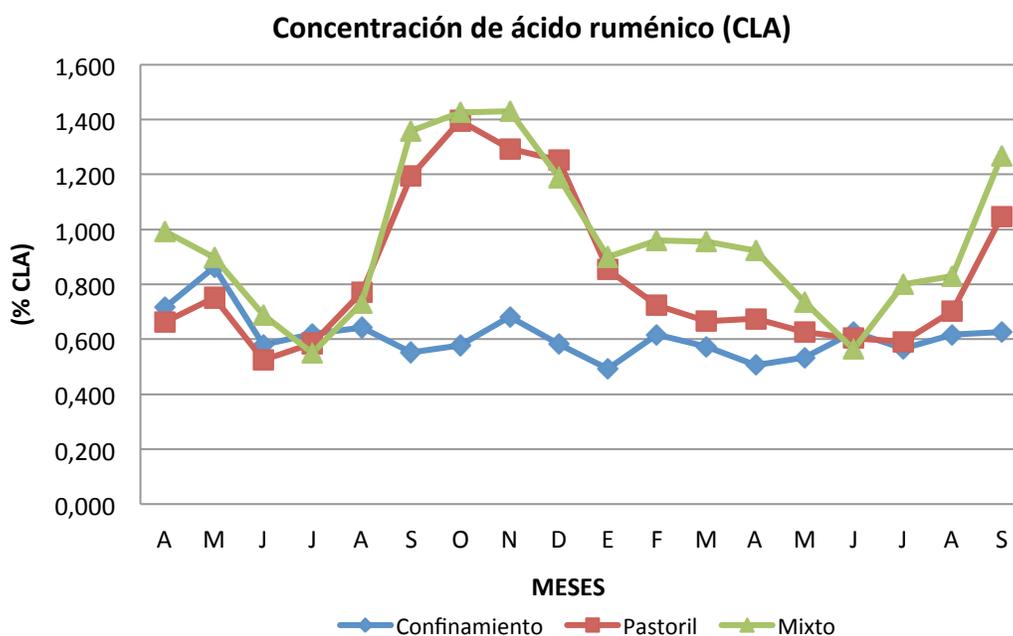


Figura 1 Concentración de CLA por sistema productivo en el tiempo.

En los meses de verano febrero y marzo, el ácido ruménico presentó valores significativamente valores más altos en el SM que en STMR, mientras que SP se mantuvo con valores intermedios. Estas diferencias se pueden deber a:

- Alto consumo de praderas
- Praderas de mejor calidad en las dietas del SM producto del riego. Este riego aumentó el crecimiento de pradera, tal como lo reportaron (Nissen y Robert, 2009) y en consecuencia el consumo de ésta en el sistema SM (figura 2).

Por otro lado la calidad de la pradera es más baja en comparación a la primavera, esto se debe a la alta madurez de la pradera en condiciones no nitrogenadas (Balocchi, 1986). Además el contenido de C18:3 *n*-3 se ve afectado por la temporada y por la fecha de corte, alcanzando los valores más altos en primavera (Dewhurst *et al.*, 2001). Las concentraciones de los isómeros de CLA disminuyen en pradera maduras (Aviléz *et al.*, 2012).

Adicionalmente en el verano el sistema SP suplementó con altas proporciones de nabo forrajero en la dieta y está reportando que la inclusión de nabo forrajero en la dieta disminuye los niveles de concentración del ácido ruménico en la leche (Thomson *et al.*, 2000).

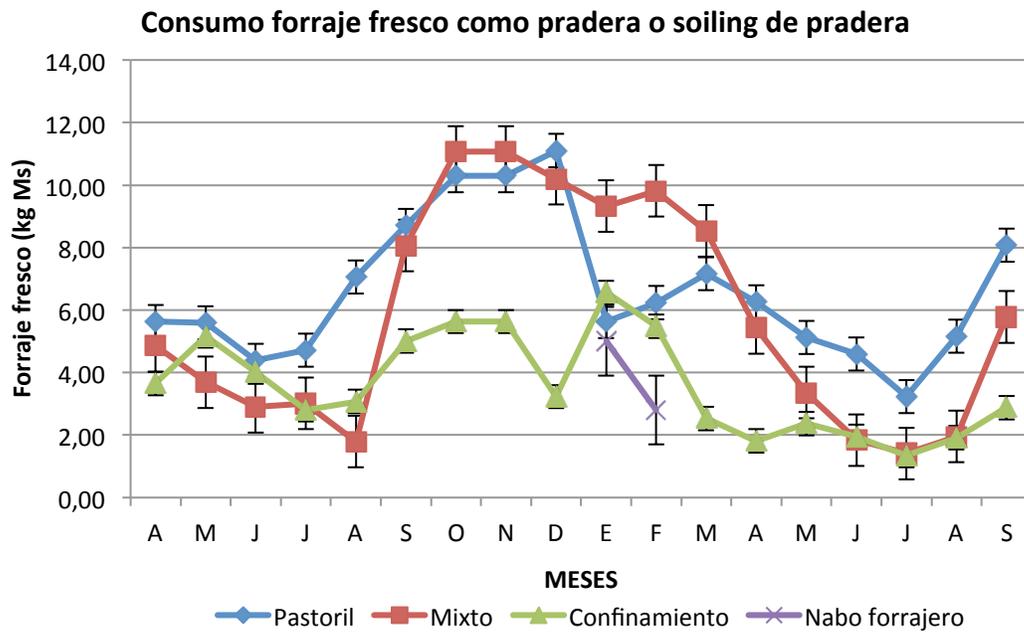


Figura 2. Consumo de forraje fresco por sistema productivo en el tiempo.

Durante los dos meses de otoño se observó una diferencia significativa de ácidos grasos *n*-6 (figura 3), donde SP presentó niveles más bajos que STMR en el primer año, mientras que en el segundo año se repitió la diferencia en el medio y al final del otoño. Este resultado era predecible por la alimentación de SP en otoño, ya que esta época pasa a ser de transición en el sistema.

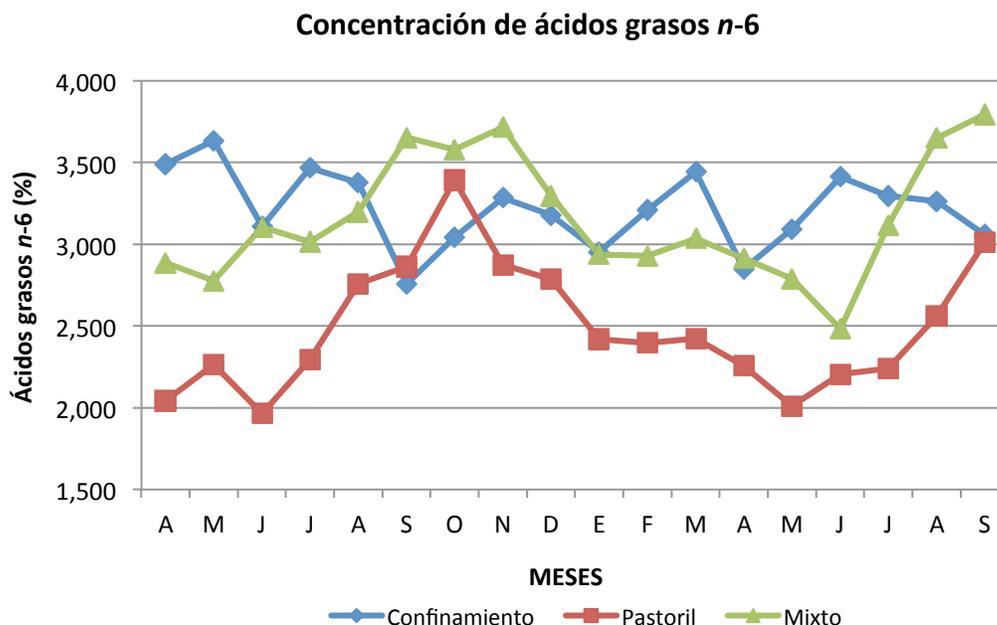


Figura 3. Concentración de ácidos grasos n-6 por sistema productivo en el tiempo

CONCLUSIONES

La grasa de la leche proveniente de SP y SM presentó concentraciones más altas de n-3 y ácido ruménico, principalmente a fines del invierno y durante la primavera. Este incremento está asociado al alto consumo de pradera estos dos sistemas. Estos resultados corroboran la información previa que señalaba que el consumo de pradera producía una leche de mejor calidad.

REFERENCIAS

- ALBERS R, and R VAN DER WIELEN. 2003. Effects of cis-9, trans-11 and trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid (CLA) isomers on immune function in healthy men. *Eur J Clin Nutr* 57: 595–603.
- AVILEZ, J P, G VON FABECK, and M ALONZO. 2013. Conjugated linoleic acid content in milk of Chilean Black Friesian cows under pasture conditions and supplemented with canola seed (*Brassica napus*) concentrate. *Span J Agric Res* 11(3): 747–758.
- AVILÉZ J P, P ESCOBAR, C DIAZ, G VON FABECK, R MATAMOROS, F GARCÍA, and M ALONZO. 2012. Effect of extruded whole soybean dietary concentrate on conjugated linoleic acid concentration in milk in Jersey cows under pasture conditions. *Span J Agric Res* 10(2): 409–418.
- BAKER R D 1982. Estimating herbage intake from animal performance. In: Herbage intake handbook, pp. 77-93. Ed. J.D. Leaver Hurley: *British Grassland Society*.
- BALOCCHI O. 1986. Alternativas de producción de forraje suplementario. P 127-130. In: Anrique, R. (ed). Producción de forrajes. Facultad de Ciencias Agrarias,



- Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- BAUMAN D E, and J M GRIINARI. 2003. Nutritional regulation of milk fat synthesis. *Annu Rev Nutr* 23: 203–227.
- BAUMAN, D E, J W PERFIELD, K J HARVATINE, and L H BAUMGARD. 2008. Regulation of fat synthesis by conjugated linoleic acid: lactation and the ruminant model. *J Nutr Sci* 138(2): 403–409
- BLIGH E G, and W J DYER. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol* 37:911-917.
- BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH. 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects N° 46. Her Majesty's Stationery Office (HMSO), The National Archives, London, UK.
- BUTLER G, J NIELSEN, T SLOTS, C SEAL, M. EYRE, R SANDERSON, and C LEIFERT. 2008. Fatty acid and fat soluble antioxidant concentrations in milk from high and low input conventional and organic systems: seasonal variation. *J Sci Food Agric* 88: 1431–1441.
- CALVACHE, I 2009. Variación anual de la concentración de la proteína y grasa lactea en rebaños lecheros del centro y sur de Chile. *Tesis de magíster* en producción animal. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- COLLOMB M, W BISIG, and U BÜTIKOFER. 2008. Seasonal variation in the fatty acid composition of milk supplied to dairies in the mountain regions of Switzerland. *Dairy Sci Tech* 88: 631–647.
- CRUMB D J 2011. Conjugated Linoleic Acid (CLA) -An Overview. *International Journal of Applied Research in Natural Products* 4: 12–18.
- DE FILIPPIS A P, and L S SPERLING. 2006. Understanding omega-3's. *Am Heart J* 151(3): 564–570.
- DEWHURST R J, N D SCOLLAN, S J YOUELL, J K S TWEED, and M O HUMPHREYS. 2001. Influence of species , cutting date and cutting interval on the fatty acid composition of grasses. *Grass and Forage Science* 56: 68–74.
- DHIMAN T R, G R ANAND, L D SATTER, and M W PARIZA. 1999. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. *J Dairy Sci* 82(10): 2146–2156.
- DILZER A, and Y PARK. 2012. Implication of Conjugated Linoleic Acid (CLA) in Human Health. *Crit Rev Food Sci Nutr* 52: 488–513.
- ELGERSMA A, S TAMMINGA, and G ELLEN. 2006. Modifying milk composition through forage. *Anim Feed Sci Tech* 131(3-4): 207–225.
- FERLAY A, B MARTIN, P PRADEL, J B COULON, and Y CHILLIARD. 2006. Influence of grass-based diets on milk fatty acid composition and milk lipolytic system in Tarentaise and Montbeliarde cow breeds. *J Dairy Sci* 89(10): 4026–4041.
- GOLDBERG J J, WILDMAN E E, PANKEY J W KUNKEL J R, HOWARD D B and M B MURPHY 1992. The influence of intensively managed rotational grazing, traditional continuous grazing, and confinement housing on bulk tank milk quality

- and udder health. *J Dairy Sci* 1992;75:96–104.
- GÓMEZ-CORTÉS P, P FRUTOS, A R MANTECÓN, M JUÁREZ, M A DE LA FUENTE, and G HERVÁS. 2009a. Effect of supplementation of grazing dairy ewes with a cereal concentrate on animal performance and milk fatty acid profile. *J Dairy Sci* 92(8): 3964–3972.
- HAUG A, AT HØSTMARK, and O M HARSTAD. 2007. Bovine milk in human nutrition--a review. *Lipids Health Dis* 6: 25.
- HIBBELN J R, T L BLASBALG, J A RIGGS, and W E LAND. 2006. Healthy intakes of n-3 and n-6 fatty acids: estimations considering worldwide diversity. *Am J Clin Nutr* 83: 1483S–1493S.
- HUR, S J, G B PARK, and S T JOO. 2007. Biological activities of conjugated linoleic acid (CLA) and effects of CLA on animal products. *Livestock Science* 110(3):221-229.
- ICHIHARA K, A SHIBAHARA, K YAMAMOTO, and T NAKAYAMA. 1996. An improved method for rapid analysis of the fatty acids of glycerolipids. *Lipids* 31:535-539.
- JAHREIS G, J PRITSCHKE, and H STEINHART. 1997. Conjugated linoleic acid in milk fat: High variation depending on production system. *Nutrition Research* 17: 1479–1484.
- JENKINS T C, and M A MCGUIRE. 2006. Major advances in nutrition: impact on milk composition. *J Dairy Sci* 89(4): 1302–1310.
- JENSEN R G. 2002. The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science* 85(2):295-350.
- KALAČ P, and E SAMKOVÁ. 2010. The effects of feeding various forages on fatty acid composition of bovine milk fat: A review. *Czech J Anim Sci* 55: 521–537.
- KAY J K, J R ROCHE, E S KOLVER, N A THOMSON, and L H BAUMGARD. 2005. A comparison between feeding systems (pasture and TMR) and the effect of vitamin E supplementation on plasma and milk fatty acid profiles in dairy cows. *J Dairy Res* 72(3): 322–332.
- KELLY M L, E S KOLVER, D E BAUMAN, M E VAN AMBURGH, and L D MULLER. 1998. Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *J Dairy Sci* 81(6): 1630–1636.
- KENDALL C, C LEONARDI, P C HOFFMAN, and D K COMBS. 2009. Intake and milk production of cows fed diets that differed in dietary neutral detergent fiber and neutral detergent fiber digestibility. *J Dairy Sci* 92: 313–323.
- LOCK A L, and D E BAUMAN. 2004. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health. *Lipids* 39(12): 1197–1206.
- LUMLEY I D, and R K COLWELL. 1991. Extraction of fats from fatty foods and determination of fat content. P. 227-245. In Rossell, J.B., and J.L.R. Pritchard (eds.) *Analysis of oilseeds, fats and fatty foods. Elsevier Applied Science*, London, UK.
- NISSEN, J M, and L F ROBERT. 2009. Efecto del riego, frecuencia de corte y fertilizacion nitrogenada en una pradera artificial de la region de Los Ríos. *Agro Sur* 37(1): 41–51.
- OLIVO C J, BECK L I, MOSSATEGABBI A, SANTINICHARÃO P, SOBCZAK M F,



- GOMES UBERTY L F, DÜRR J W and ARAÚJOFILHO R. 2005. Composition and somatic cell count of milk in conventional and agro-ecological farms: a comparative study in Depressão Central, Rio Grande do Sul state, Brazil. *Livest Res Rural Dev* volume 17 Article #72 retrieved April 28, 2014, from <http://www.lrrd.org/lrrd17/6/oliv17072.htm>.
- RICO, J E, B MORENO, M L PABÓN, and J CARULLA. 2007. Composición de la grasa láctea en la sabana de Bogotá con énfasis en ácido ruménico - CLA cis -9 , trans -11. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20(1): 30–39.
- RODRIGUEZ-ALCALÁ, L M, F HARTE, and Y J FONTECHA, 2009. Fatty acids profile and CLA isomers content of cow, ewe and goat milks processed by high pressure homogenization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 10 (1):32-36.
- RUXTON, C H S, S C REED, M J A SIMPSON, and ND K J MILLINGTON. 2004. The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. *J Hum Nutr Diet* 17(5): 449–459.
- THOMSON N, D CLARK, C WAUGH, W VAN DER POEL, and A MACGIBBON. 2000. Effect on milk characteristics to supplementing cows on a restricted pasture allowance with different amounts of either turnips or sorghum. p. 320–323. *In Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. New Zealand Society of Animal Production.*
- WHIGHAM L D, M E COOK, and R L ATKINSON. 2000. Conjugated linoleic acid: implications for human health. *Pharmacological Research* 42(6): 503–510.
- WHITE S L, J A BERTRAND, M R WADE, S P WASHBURN, J T GREEN, and T C JENKINS. 2001. Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J Dairy Sci* 84(10): 2295–2301.



ASPECTOS GENÉTICOS QUE MODULAN LOS COMPONENTES SALUDABLES DE LA LECHE BOVINA

Genetic aspects that modulates healthy components of dairy milk

A.M. Carvajal

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Remehue, Osorno, Chile.

andres.carvajal@inia.cl

INTRODUCCIÓN

La leche bovina, hoy en día, representa un importante producto de la actividad económica mundial incluido Chile, ya sea en su comercialización como leche líquida o en polvo, y derivados lácteos como queso, mantequilla, yogurt, manjar y suero.

Reconocida como uno de los alimentos más importantes para la nutrición humana debido a su alto valor nutricional, incluye proteínas de alta calidad, grasa, lactosa, calcio, vitaminas y minerales. De estos componentes, las proteínas y grasas que juntos conforman la mayoría de los sólidos totales de la leche, son especialmente importantes ya que tienen un fuerte impacto en las propiedades nutricionales, tecnológicas y de palatabilidad de la leche (ej: rendimiento y firmeza del queso). Desde un punto de vista productivo, los sólidos totales se relacionan inversamente al volumen de producción de leche. Es decir, a mayor volumen de producción, menor contenido de sólidos. A pesar de esto, el contenido de proteína y grasa en leche hoy en día son incluidos en la pauta de pago de leche en planta como ha sido una tendencia en gran parte de los países productores de leche.

Por otro lado, los consumidores hoy en día están demandando alimentos saludables e inocuos, observándose un interés creciente por mejorar la salud general y reducir el riesgo de enfermedades, a costo de estar disponibles para pagar un mayor precio por productos de calidad (Schnettler *et al.*, 2010; Holmberg y Morales, 2014). Hace una década ya se ha estimado un mercado por sobre los US 29 mil millones anuales solo en los EE.UU. (Korhonen y Pihlanto, 2006). En este sentido, en los últimos años ha surgido varios antecedentes que indican que la leche es rica en una amplia gama de compuestos o sustancias denominadas funcionales, esto es, que aportan un valor adicional a la clásica función nutricional históricamente descrita (Tabla 1). Además del uso de pro y prebióticos, los cuales corresponden a microorganismos benéficos (ej: Lactobacillus, Bifidobacterium) y sustancias que favorecen el crecimiento y/o actividad de la flora intestinal, respectivamente, en el último tiempo se ha descrito la presencia de compuestos como proteínas o derivados peptídicos como lactoferrina, lactoferricina y caseinatos, ácidos grasos (FA) como butirato, ácido linoleico conjugado (CLA) y ácidos omega 3 y 6 ($n-3$ y $n-6$, respectivamente) y oligosacáridos específicos, los cuales se caracterizado por tener propiedades antimicrobianas, antioxidativas, antitrombóticas, hipotensivas, anticancerígenas y potenciadores de la función inmune (Ward y German, 2004; Haug *et al.*, 2007).

COMPOSICIÓN Y BIOSÍNTESIS DE LA GRASA Y PROTEÍNA DE LA LECHE

La grasa de la leche es una mezcla compleja y variable de lípidos que incluye principalmente triglicéridos (TG), fosfolípidos y colesterol. Los TG están compuestos de distintos tipos de FA los que cuales pueden clasificarse de acuerdo a su estructura (tipo de enlace) y/o tamaño (largo de la cadena de átomos de carbono), teniendo así ácidos grasos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA), y de cadena corta (C2-C6), media (C8-C14) o larga (C16-C24).

En los bovinos y otros rumiantes, la biosíntesis de FA ocurre en dos etapas: la biohidrogenación ruminal, y la síntesis *de novo* en la glándula mamaria. Primeramente, los ácidos linoleico y linolénico (18:2 *n*-6 y 18:3 *n*-3, respectivamente) presentes en los alimentos (ej: pradera, granos y suplementos) son metabolizados (hidrólisis y saturación) por la diversa flora de microorganismos ruminales (hongos, bacterias y arqueas), generando el SFA 18:0 (ácido esteárico), y otros ácidos de cadena media y larga (C16-C22; Figura 1). Durante el proceso, algunos intermediarios insaturados como el ácido vaccénico (*trans*-11 18:1) y linoleico conjugado (CLA, *cis*-9, *trans*-11 148:2 o ácido ruménico) pueden escapar de la biohidrogenación. Luego, los FA son liberados a la circulación asociados a macromoléculas lipídicas como quilomicrones y lipoproteínas, o albúmina. Estos FA son re captados en células epiteliales de la glándula mamaria la cuales expresan diferentes genes que codifican enzimas específicas que a partir de acetato y 3-hidroxi butirato realizan la elongación y esterificación de FA de cadena corta y media (C4-C16; estos representan aprox. el 50% del total de FA), el ensamble de los TG y la formación y secreción de gotas de grasa que finalmente son secretadas a la leche (Shingfield *et al.*, 2010). Las principales enzimas que participan y regulan este proceso son: ACC (acetil-CoA carboxilasa) y FAS (ácido graso sintetasa) que participan en la elongación de la cadena de ácidos grasos; y SCD1 (estearoil-CoA desaturasa) y DGAT1 (diacilglicerol aciltransferasa 1) que participan en la desaturación de FA e incorporación en triglicéridos, respectivamente (Figura 2).

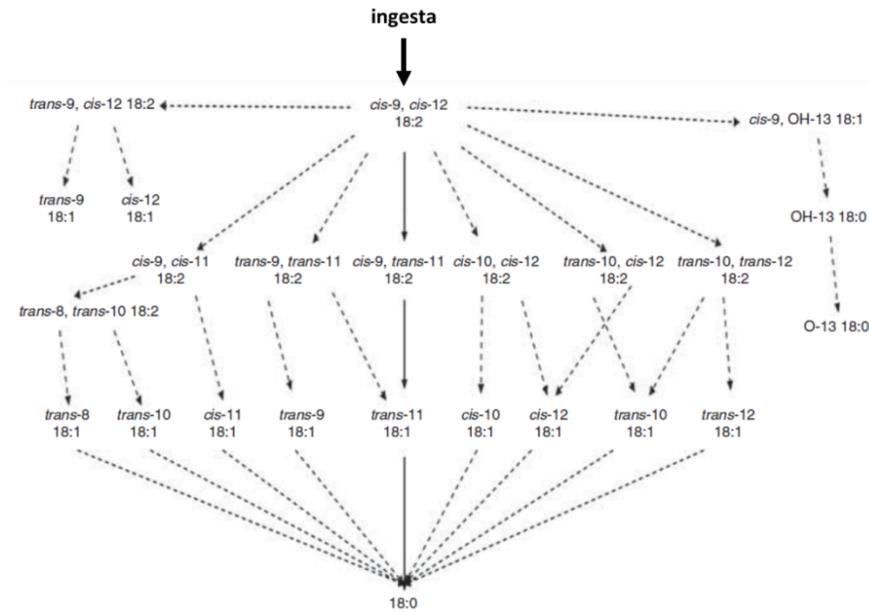


Figura 1. Metabolismo ruminal del *cis*-9, *cis*-12 18:2. Flecha sólida, principal ruta de biohidrogenación. Flechas punteadas, otros metabolitos. (Modificado de Shingfield *et al.*, 2010).

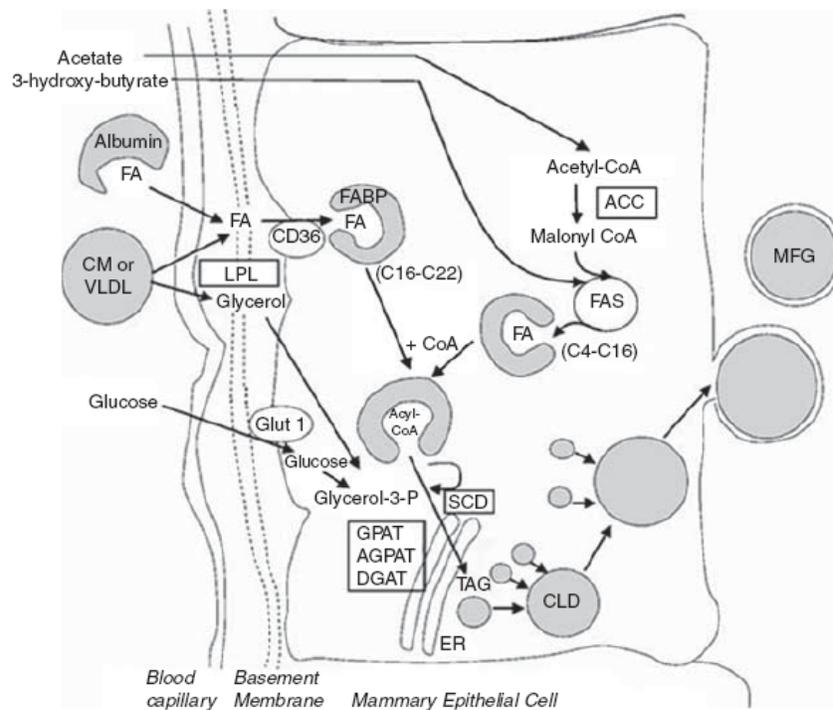


Figura 2. Biosíntesis de ácidos grasos en la glándula mamaria del bovino. ACC, acetil-CoA carboxilasa; AGPAT, 1-acilglicerol 3-fosfato aciltransferasa; CD36, cluster de diferenciación 36; CLD, gota de grasa citoplasmática; CM, quilomicrón; DGAT1,

diacilglicerol aciltransferasa 1; FA, ácido graso; FABP, proteína ligante de ácidos grasos; FAS, ácido graso sintetasa; Glut-1, transportador de glucosa 1; GPAT, glicerol-3fosfato aciltransferasa; LPL, lipoproteína lipasa; MFG, glóbulo de grasa láctea; SCD, estearoil-CoA desaturasa; TFA, triglicérido; VLDL, lipoproteína de densidad muy baja. (Modificado de Bernard *et al.*, 2008).

Las proteínas son el sólido más abundante de la leche (3,0-3,5%) y le confieren atributos de alta calidad nutricional y valor comercial. Sintetizadas y secretadas desde la glándula mamaria, se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas del suero (20%), aunque se han reconocido más de 40 tipos de proteínas y variados péptidos bioactivos producto de la digestión de ellas en el tracto gastrointestinal o durante su procesamiento tecnológico (Gobetti *et al.*, 2002). Las funciones de estos péptidos son mayoritariamente desconocidas y recién comienzan a develarse.

Las caseínas son las proteínas más abundantes de la leche bovina llegando a constituir el 80% del total, y en su estructura poseen aminoácidos esenciales para el ser humano. La función de las caseínas, desde el punto de vista nutricional, está asociada a favorecer la digestión de la leche y aumentar la absorción de los aminoácidos de la dieta. Las caseínas son moléculas hidrofóbicas y por tanto interactúan entre sí formando esferas microscópicas llamadas micelas, las cuales a su vez están compuestas de submicelas donde las caseínas se mantienen unidas a través de fosfato de calcio. Una vez que las micelas llegan al estómago y toman contacto con el medio ácido, precipitan y forman un coágulo que mantiene una secreción sostenida de aminoácidos, los cuales son absorbidos de manera más eficiente. Las caseínas se dividen en cuatro grupos: α S1, α S2, β y κ -caseína, las cuales tienen distintas variantes que se asocian con la producción y calidad de la leche, y especialmente con las propiedades de elaboración de algunos subproductos como el queso (Caroli *et al.*, 2009). κ -caseína es importante en determinar algunas propiedades como rendimiento quesero. La β -caseína bovina posee 13 variantes genéticas: A1, A2, A3, B, C, D, E, F, H1, H2, I, y G, siendo las más frecuentes A1 y A2, las que difieren en un aminoácido en posición 67. Esta caseína puede ser hidrolizada en péptidos de entre 4 y 11 aminoácidos con actividad biológica llamados β -casomorfina (BCM-4,-5,-6,-7,-8,-11). Algunos de ellos también pueden encontrarse en leche humana (BCM -7 y -8).

Las proteínas séricas son principalmente β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina, además de algunas inmunoglobulinas, lactoferrina (LF), lisozima, insulina y glicomacropéptidos. Estas proteínas tienen diversas funciones fisiológicas, pudiendo entregar propiedades nutracéuticas y/o funcionales para la salud humana. LF puede ser hidrolizada dando origen a otros péptidos como lactoferricina B.



VALOR NUTRICIONAL Y NUTRACÉUTICO DE LA LECHE

En la actualidad, las recomendaciones dietéticas reconocen que la leche y los productos lácteos son una excelente fuente de nutrientes esenciales, así como un vehículo ideal de componentes bioactivos que pueden aportar beneficios para la salud humana (Rodríguez-Alcalá *et al.*, 2014). No obstante, dado la presencia de sustancias asociadas al riesgo de aterosclerosis y enfermedades cardiovasculares (CVD) como los SFA (corresponden aprox. al 60% de los FA de la leche), se han definido recomendaciones respecto a un consumo limitado, prefiriendo productos lácteos desgrasados o con reducido contenido en grasa (<7%, Gidding *et al.*, 2009).

Sin embargo, durante los últimos años se han realizado investigaciones que han dado lugar a un número creciente de publicaciones que reconsideran la actividad biológica de los FA presentes en la leche en relación con la salud humana. Se ha descrito que no todos los SFA incrementan el nivel de colesterol sanguíneo en la misma proporción y su efecto debiera ser estudiado de forma individual (Bauman y Lock, 2010). Sólo los FA láurico, mirístico y palmítico (12:0, 14:0, 16:0, respectivamente) pueden considerarse nocivos (colesterolémicos) pero estos sólo representan entre el 25-33% del total de FA. Por otro lado, los FA *trans* (TFA) asociados a CVD son aquellos de origen industrial (uso de aceites vegetales parcialmente hidrogenados, PHVO) y no aquellos producidos de forma natural en el rumen (Lock *et al.*, 2005). Recientes revisiones de estudios epidemiológicos concluyen que los estudios con dietas bajas en grasa no evidencian mayores niveles de colesterol, riesgo de CVD, infarto o una menor expectativa de vida (ver revisiones de Taubes, 2001; German *et al.*, 2009; Elwood *et al.*, 2010; Givens *et al.*, 2014). Por otro lado, se ha descrito que FA insaturados (UFA) como ácido oleico, ácido ruménico y omega-3 tienen efectos benéficos sobre la salud. El oleico (*cis*-9 18:1) ha sido asociado a un menor riesgo aterogénico. Este representa aprox. el 25% del total de FA de la leche y se sintetiza en la glándula mamaria mediante la desaturación del esteárico (18:0) vía SCD1 (Δ -9 desaturasa).

Los alimentos derivados del rumen (leche y lácteos) son el principal proveedor del CLA (ácido ruménico, *cis*-9, *trans*-11 CLA) en la dieta humana, el cual se caracteriza por tener propiedades anticancerígenas, antidiabetogénicas, inmunoestimulantes y efectos antiaterogénicos, entre otros (Dilzer y Park, 2012), efectos principalmente corroborados en animales modelos y cultivos celulares. Este FA se sintetiza mayoritariamente en la glándula mamaria a partir de ácido vaccénico (*trans*-11 18:1) vía SCD1 (Figura 3).

Los PUFA desempeñan un papel importante en el desarrollo fetal y el mantenimiento de la salud humana siendo los omega-3 y omega-6 (C18:3 y C18:2, respectivamente) los más abundantes (se encuentran en aceites de origen marino, y aceites de origen vegetal como el aceite de linaza, la semilla de colza y la soja). Existe evidencia que el reemplazo de SFA por PUFA disminuye el riesgo de CVD y diabetes (FAO, 2013).

Se ha descrito que el ácido alfa-linolénico (C18:3) tienen propiedades contra el desarrollo del cáncer y las enfermedades coronarias, mientras que el ácido linoleico (C18:2), el más importante de la familia omega-6, mejora la sensibilidad a la insulina reduciendo así la incidencia de diabetes tipo II, y se asocia a un menor desarrollo de CVD (Lee y cols., 2009). Se ha descrito que la proporción de FA omega-6/omega-3 debe ser menor a 4,0. Proporciones por sobre este valor son considerados como factores de riesgo para ciertos tipos de cánceres y enfermedades coronarias (Hibbeln *et al.*, 2006).

En consecuencia, actualmente estamos en un proceso de revalorización de la imagen de la grasa láctea, detectándose un creciente interés en todos aquellos aspectos que se refieren a los lípidos lácteos como fuente de ingredientes bioactivos y funcionales cuyo consumo aporta beneficios para el mantenimiento de la salud y la prevención de enfermedades crónicas en humanos.

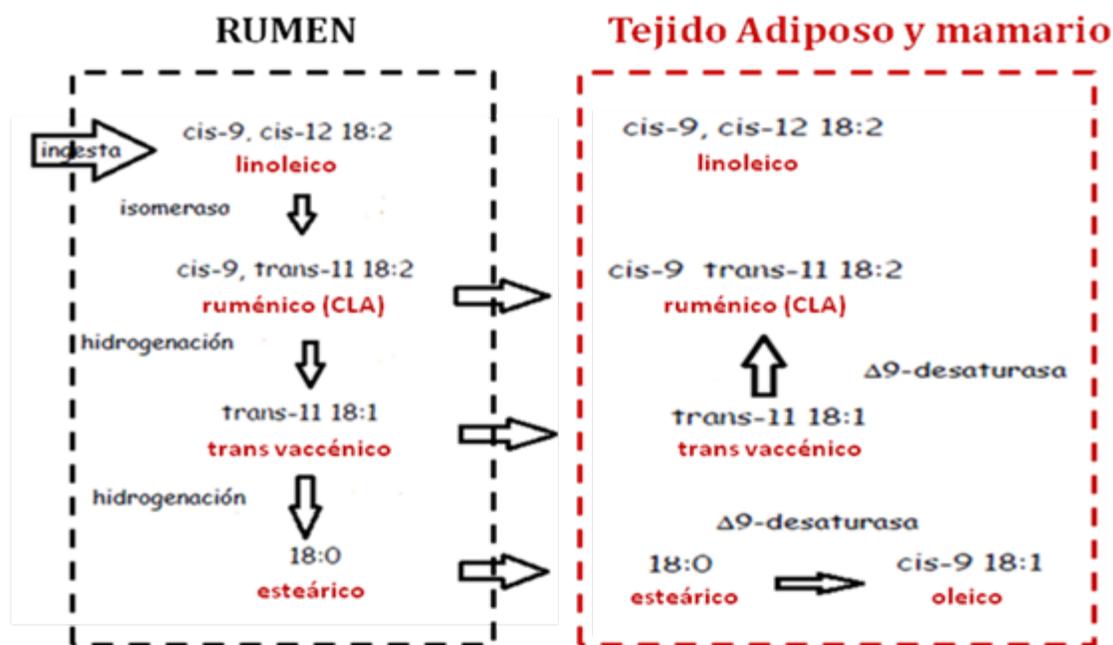


Figura 3. Biosíntesis del ácido linoleico conjugado (CLA) en rumen y glándula mamaria. (Modificado de Bauman y Lock, 2010).

En relación a las proteínas de la leche, se ha descrito que algunas actúan como precursores de péptidos bioactivos (2-20 aminoácidos) luego de la acción de proteasas digestivas o enzimas proteolíticas durante la fermentación. Estos péptidos podrían estar envueltos a procesos de metabolismo cardíaco, digestivo y ósea, función inmune y memoria, y procesos normales de control del peso (Khoronen, 2009). Por ejemplo, derivados de β-caseína como BCM-5 y BCM-7 tienen actividad opioide, y en alta concentración se asocian a algunas alergias alimentarias. La BCM-



7 bovina (Tyr-Pro-Phe-Pro-Gly-Pro-Ile) tiene propiedades citomoduladoras y se diferencia de la variante humana en presentar algunas variaciones genéticas (polimorfismos; Kaminski *et al.*, 2007). Se ha descrito que la concentración de esta casomorfina es alta en leche que presenta la variante A1 de β -caseína, y algunos estudios epidemiológicos la han catalogado como factor de riesgo de aterosclerosis, isquemia cardíaca, diabetes tipo 1 y síndrome de muerte súbita (Tailford *et al.*, 2003). Al contrario, la variante A2 se ha descrito como saludable y/o benéfica, e inclusive se ha comercializado leche que contiene sólo esta variante previa identificación genética de animales mediante selección asistida por marcadores moleculares (MAS). Esta relación se ha descrito como la hipótesis A1/A2 pero hasta ahora ha sido punto de discusión y críticas respecto a los análisis y conclusiones (Truswell, 2005; Clemens, 2011).

β -lactoglobulina (BLG) es la principal proteína del suero de la leche y tiene por función unir ligandos hidrofóbicos como FA o vitaminas, ayudando así a su absorción y prevenir su oxidación (Le Maux *et al.*, 2014). Se ha descrito que posee efectos antivirales y anti-cancerígenos. Sin embargo, es responsable de provocar algunas alergias en niños. α -lactoalbúmina (ALA) participa en la biosíntesis de lactosa y estudios recientes muestran efectos benéficos sobre el sueño, ánimo y conciencia al modular los niveles del neurotransmisor serotonina. Lactoferrina (LF) y lisosima tienen propiedades anti-microbianas y estimulantes del sistema inmune. LF fue descrita como una proteína transportadora de hierro y además participa en procesos digestivos, asociándose a un menor riesgo de úlceras provocadas por *Helicobacter pylori* (Sachdeva y Nagpal, 2009). Su principal función es la protección de la glándula mamaria del bovino contra la infección por patógenos como *E. coli* y *S. aureus* (Lacasse *et al.*, 2008). Además, se ha descrito que leche suplementada con LF bovina genera mayor resistencia a infecciones en lactantes, mejorando la respuesta inmune en procesos de infección e inflamación (Tomita *et al.*, 2009). Lactoferrina B (LFcin B) la cual es generada a partir del clivaje de LF tiene actividad anti-bactericida.

GENÉTICA Y COMPONENTES SALUDABLES DE LA LECHE BOVINA

La composición de la grasa de la leche es regulada fuertemente por la nutrición a que es sometido el animal, además de otros factores ambientales como edad, número de parto, estado de lactancia, etc. Esto ocurre debido a que gran parte de los precursores utilizados por la glándula mamaria para la síntesis de ácidos grasos se producen durante la fermentación ruminal de compuestos lipídicos presentes en la dieta (Chilliard *et al.*, 2001; Bauman *et al.*, 2008). Se ha descrito que la relación forraje:concentrado es el factor más relevante en la variación de CLA y ácidos grasos *n*-3. Leche proveniente de animales alimentados a pradera contiene mayor cantidad de ácidos grasos *n*-3 y ácidos ruménico (CLA) que la leche proveniente de animales alimentados a base de concentrado (Kay *et al.*, 2005; Gómez-Cortés *et al.*, 2009; Morales *et al.*, 2015).

Por otro lado, la grasa (y proteína) de la leche y el nivel productivo también varían entre diferentes razas bovinas de leche y aún entre individuos dentro de la misma raza (Kelsey *et al.*, 2003). Por ejemplo, bovinos de raza Holstein-Friesian producen mayores volúmenes de leche respecto a bovinos Jersey, los cuales tienen un mayor contenido de sólidos totales en leche (Tabla 1); mientras que razas de Europa central (ej: Montbeliarde) tienen un mayor contenido de CLA. Así, el perfil de FA es variable según raza (Tabla 2). Varios autores han determinado que el porcentaje de grasa y la variabilidad del perfil de FA y proteínas de la leche responde a un componente genético, caracterizándose por tener una heredabilidad baja a moderada (Bove *et al.*, 2008; Soyeurt y Gengler, 2008; Arnould y Soyeurt, 2009).

Tabla 1. Contenido de sólidos totales (grasa y proteína) y producción de leche en bovinos lecheros según raza. ST, sólidos totales.

Raza	Producción (L)	Grasa (%)	Proteína (%)	ST (%)
Jersey	8,0	4,6	3,6	8,2
Normanda	7,3	4,4	3,6	8,0
Guernsey	7,6	4,5	3,3	7,8
Roja Noruega	9,1	4,2	3,5	7,7
Roja Sueca	9,1	4,2	3,5	7,7
Brown Suizo	9,4	4,0	3,3	7,3
Montbeliarde	8,2	3,8	3,4	7,2
Ayrshire	8,1	3,9	3,1	7,0
Overo Colorado	5,0	3,5	3,3	6,8
Holstein-Friesian	10,6	3,6	3,0	6,6

Tabla 2. Diferencias en el contenido de ácidos grasos en leche (g/dL) en razas bovinas en comparación a Holstein-Friesian. (Modificado de Soyeurt y Gengler, 2008).



FA	Jersey	Montbeliarde	Guernsey	Brown S.	Normanda	Belgian B.	Red/White
C4:0	-3,7	-5,5		10,9	-2,8		
C6:0	9,5	-2,5	20,7	4,8	0,9		
C8:0	20,6	1,0	13,2	9,1	5,1		
C10:0	30,3	7,0	14,3	9,2	9,3		
C10:1	70,8	-16,7	12,5				
C12:0	32,2	6,5	7,6	10,4	10,8	-0,1	0,3
C14:0	6,8	2,6	5,64	3,6	1,9	-0,3	0,1
C14:1	-4,8	-28,1	-11,3	-14,9	-10,1		
C15:0	-2,0		-6,8	-6,8			
C16:0	-0,8	-11,5	7,2	-0,4	-8,2	-0,7	-0,2
C18:0	6,7	10,9	4,6	-5,1	14,9	-0,5	-0,1
C16:1	-13,1		-7,1	7,3		-0,5	-0,5
C18:1	11,7	5,4	-11,2	1,0	1,4	-0,2	-0,3
C18:2	-1,0	5,9	-4,9	5,3	4,0	-0,1	-0,2
CLA		13,1		-6,8	-5,1		
C18:3	-11,2	1,2	-19,8	-4,8	-6,1		

Esto abre la posibilidad de mejorar la calidad de la leche mediante selección genética de reproductores superiores, lo que permite la identificación de los mejores animales reproductores dentro de una población racial estandarizada. Estos animales superiores portan el gen o conjunto de genes (o alelos) que mejoran la característica de interés, aunque no necesariamente se conoce cuál es ese gen o su forma (variante). En todos los países donde se ha utilizado esta herramienta se puede observar como resultado un mejoramiento permanente y acumulativo (Figura 4). Otra alternativa es el uso de cruzamientos a nivel predial, el cual consiste en incorporar al rebaño una raza con la característica deseada (ej: mayor contenido de sólidos) mediante el uso de semen de una gran variedad de toros probados. En este caso se observa que la progenie (F1) expresa una mejor característica producto de la heterosis o vigor híbrido. La aplicación de esta herramienta requiere contar con registros genealógicos ordenados y la identificación animal inequívoca, además, de tener absoluta claridad de su objetivo de mejoramiento a corto, mediano y largo plazo, y las implicancias de trabajar con una u otra raza.

El contenido de grasa y proteína total en leche así como el perfil de composición de cada uno de ellos está determinado en parte por la expresión y/o actividad de enzimas (tipo de proteínas) que constituyen las vías metabólicas que regulan la biosíntesis, actividad y degradación de éstos. Cada una de estas enzimas es codificada por un gen específico, cuya expresión o variante han sido blanco de estudio ya que pueden asociarse o determinar el contenido y composición de la leche (genes candidatos). El gen *Dgat1* fue uno de los primeros en establecerse como un determinante mayor del porcentaje o contenido de grasa en leche (hasta el 50%;

Grisart *et al.*, 2002; Grisart *et al.*, 2004). *Dgat1* se expresa en la glándula mamaria y codifica para la enzima homóloga responsable del último paso de la biosíntesis de triglicéridos. Estudios posteriores han asociado la variante K del marcador DGAT1 K232A con una reducción en la producción de leche pero un mayor contenido de grasa y proteína, mayores niveles de SFA y menores niveles de CLA (Winter *et al.*, 2002; Schennick *et al.*, 2007). Nuestro grupo ha determinado que animales con la variante A presentan un menor contenido de SFA y mayores niveles de PUFA (incluidos *n*-3 y *n*-6), y una relación C18:3 y FA considerados colesterolémicos, concordante con el reporte de Duchemin *et al.* (2013). Otros estudios han relacionado esta variante con mayor contenido de CLA (Schennick *et al.*, 2008).

Otro gen importante es *Scd1*, el cual codifica la enzima Δ -9 desaturasa, responsable de la biosíntesis de MUFA y CLA en la glándula mamaria (Flowers y Ntambi, 200). El gen *Scd1* es altamente variable en bovinos. El polimorfismo más estudiado corresponde al marcador A293V, el cual tiene efectos importantes sobre la composición de FA de la leche y la carne (Moioli *et al.*, 2007). Resultados de nuestro grupo (Carvajal *et al.*, 2015) muestran que el genotipo CC se asocia a un menor contenido de CLA y PUFA, en concordancia con el reporte de Mele *et al.*, (2007). Por su parte, el genotipo TT, más frecuentemente encontrado en bovinos Holstein-Friesian, se asocia a mayor contenido de CLA dado a una mayor actividad enzimática de SCD1. Lo contrario puede observarse en Jersey (Mele *et al.*, 2005). No obstante, algunos otros trabajos muestran diferencias entre el efecto del polimorfismo y el perfil de FA, lo que puede deberse a dietas o tamaños muestrales distintos. Otros polimorfismos asociados a la composición de FA de la leche están contenidos en los genes ACSS3, FASN, OLR1, PGRMC2, PPARGC1A, PRL y STAT5A.

El mejoramiento de técnicas de biotecnología y bioinformática condujeron a la obtención del genoma bovino, y con esto al desarrollo de paneles para el estudio de cientos y miles de marcadores genéticos (ej: SNP; [Bovine Genome Sequencing and Analysis Consortium](#), 2009). Así, hoy en día se están realizando estudios para establecer asociaciones entre marcadores distribuidos a lo largo de todo el genoma, y distintas características productivas, entre ellas, producción y calidad o composición de leche. Esta herramienta se conoce como selección genómica y se utiliza para estimar el mérito genético de los animales en base a su haplotipo. No obstante, esta información es adicional y complementaria a la obtenida en programas de selección convencionales.

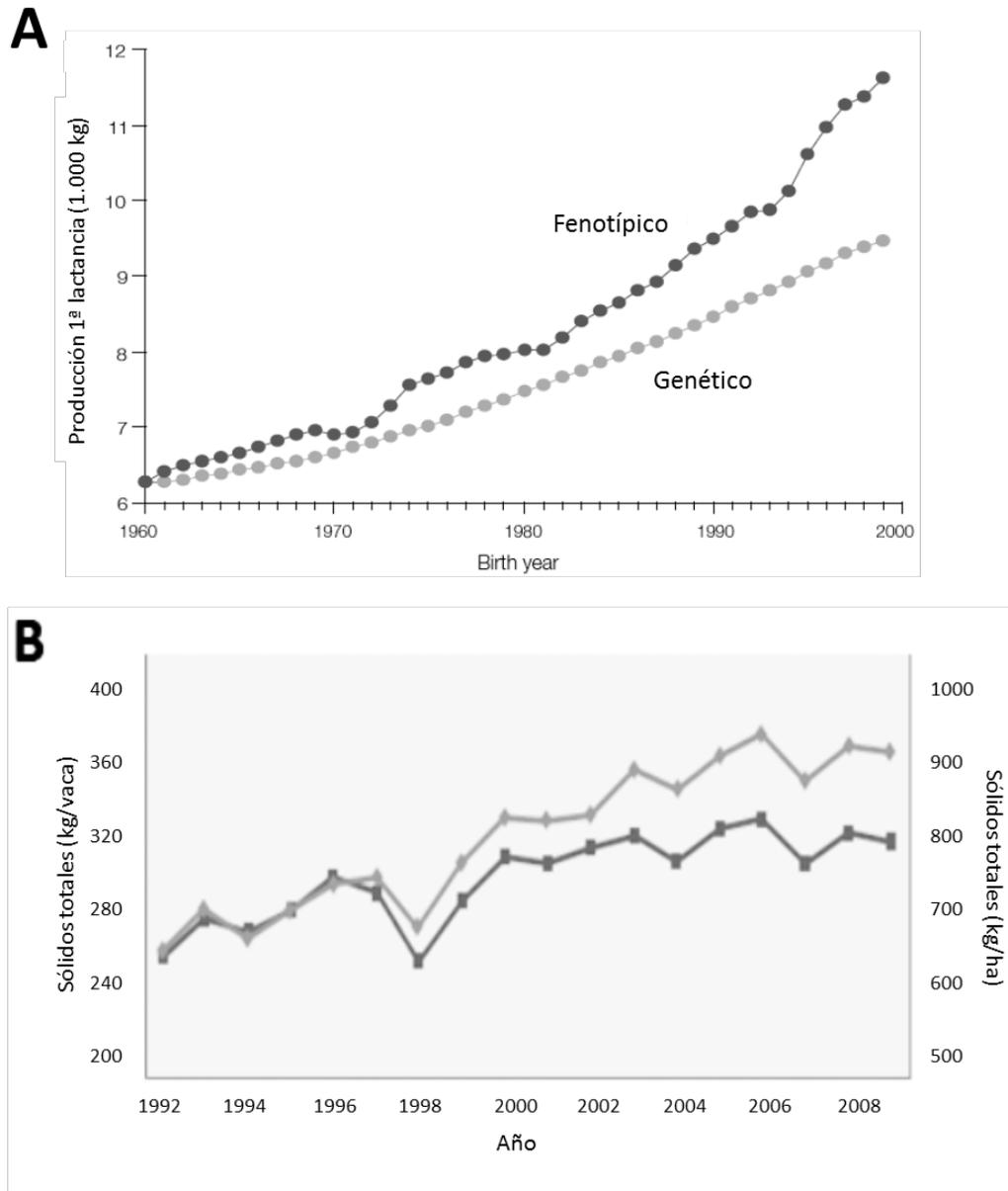


Figura 6. Efecto de la selección genética sobre la producción de leche individual (A) y sólidos totales (B). En A se muestra producción de leche en vacas Holstein-Friesian americanas. (Modificado de Dekkers y Hospital, 2001). B, producción de sólidos totales por vaca (arriba) y por hectárea (abajo) en Nueva Zelanda.

REFERENCIAS

ARNOULD VMR and SOYEURT A. Genetic variability of milk fatty acids. *J. Appl. Genet.* 2009, 50: 29-39.

- BAUMAN DE, PERFIELD JW, HARVATINE KJ and BAUMGARD LH. Regulation of fat synthesis by conjugated linoleic acid: lactation and the ruminant model. *J. Nutr. Sci.* 2008, 138: 403-409.
- BAUMAN DE and LOCK AL. Milk fatty composition: challenges and opportunities related to human health. *In: Wittwer, Chihuailaf, Contreras, Gallo, Kruze, Lanuza et al, Eds. Updates on ruminant production and medicine. World Buiatrics Congress, Chile. 2010, pp. 278-289.*
- BERNARD L, LEROUX C and CHILLIARD Y. Expression and nutritional regulation of lipogenic genes in the ruminant lactating mammary gland. *In: Bosze S., Ed. Bioactive components of milk. Springer, Berlin, Germany. 2008, 483 pp.*
- BOVE G, MINICK BORMANN JA, LINDBERG GL, FREEMAN AE and BEITZ DC. Short communication: estimates of genetic variation of milk fatty acids in US Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 2008, 91: 1209-1213.
- BOVINE GENOME SEQUENCING AND ANALYSIS CONSORTIUM et al. The genome sequence of taurine cattle: A window to ruminant biology and evolution. *Science* 2009, 324: 522-288.
- CAROLI AM, CHESSA S and ERHARDT G. Invited review: Milk protein polymorphisms in cattle: Effect on animal breeding and human nutrition. *J. Dairy Sci.* 2009, 92: 5335-5352.
- CARVAJAL AM, HUIRCAN P, DEZAMOUR JM, SUBIABRE I, KERR B, MORALES R and UNGERFELD MU. Milk fatty acid profile is modulated by DGAT1 and SCD1 genotypes in dairy cattle on pasture and strategic supplementation. *Gen. Mol. Res.* 2015, *In Press.*
- CHILLIARD Y, FERLAY A and DOREAU M. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livest. Prod. Sci.* 2001, 70: 31-48.
- CLEMENS RA. Milk A1 and A2 peptides and diabetes. [Nestle Nutr. Workshop Ser. Pediatr. Program.](#) 2011; 67:187-95.
- DEKKERS CM and HOSPITAL F. The use of molecular genetics in the improvement of agricultural populations. *Nature Rev. Gen.* 2001, 3: 22-32.
- DILZER A and PARCK Y. Implication of conjugated linoleic acid (CLA) in human health. *Crit. Rev. FOOD SCI. NUTR.* 2012, 52: 488-513.
- DUCHEMIN S, BOVENHUIS H, STOOP WM, BOUWMAN AC et al. Genetic correlation between composition of bovine milk fat in winter and summer, and DGAT1 and SCD1 by season interactions. *J. Dairy Sci.* 2013, 96: 592-604.
- ELWOOD PC, PICKERING JE, GIVENS DI and GALLACHER JE. The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes: An overview of the evidence. *Lipids* 2012, 45:925-939.
- FAO. Milk and dairy products in human nutrition. 2013, 404 pp.
- [FLOWERS MT](#) and [NTAMBI JM](#). Role of stearoyl-coenzyme A desaturase in regulating lipid metabolism. [Curr. Op. Lipidol.](#) 2008, 19: 248-256.
- GERMAN JB, GIBSON RG, KRAUSS RM, NESTEL P et al. A reappraisal of the impact of dairy foods and milk fat on cardiovascular disease risk. *Eur. J. Nutr.* 2009, 48: 191-203.



- [GIDDING SS](#), [LICHTENSTEIN AH](#), [FAITH MS](#), [KARPYN A](#), [MENNELLA JA](#), [POPKIN B](#) et al. Implementing american heart association pediatric and adult nutrition guidelines. [Circulation](#) 2009, 119: 1161-1175.
- GIVENS DI, LIVINGSTONE KM, PICKERING JE, FEKETE AA, DOUGKAS A and ELWOOD PC. Milk: White elixir or white poison? An examination of the associations between dairy consumption and disease in human subjects. *Animal Front.* 2014, 4: 8-15.
- GOBETTI M, STEPANIAK L, DE ANGELIS M, CORSETTI A and DI CAGNO R. Latent bioactive peptides in milk proteins: proteolytic activation and significance in dairy processing. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2002, 42: 223-239.
- GÓMEZ-CORTÉS P, FRUTOS P, MANTECÓN AR, JUÁREZ M et al. Effect of supplementation of grazing dairy ewes with a cereal concentrate on animal performance and milk fatty acid profile. *J. Dairy Sci.* 2009, 92: 3964-3972.
- GRISART B, COPPIETERS W, FARNIR F, KARIM L, FORD C et al. Positional candidate cloning of a QTL in dairy cattle: identification of a missense mutation in the bovine DGAT1 gene with major effect on milk yield and composition. *Genome Res.* 2002, 12: 222-231.
- GRISART B, FARNIR F, KARIM L, CAMBISANO N, KIM JJ, KVASZ A, MNI M et al. Genetic and functional confirmation of the causality of the DGAT1 K232A quantitative trait nucleotide in affecting milk yield and composition. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2004, 101: 2398-2403.
- HAUG A, HOSTMARK AT and HARSTAD OD. Bovine milk in human nutrition-a review. *Lip. Health Dis.* 2007, 6: 25-41.
- HIBBELN JR, BLASBALG TL, RIGGS JA and LAND WE. Healthy intakes of n-3 and n-6 fatty acids: estimations considering worldwide diversity. *Am. J. Clin. Nutr.* 2006, 83: 1483S-1493S.
- HOLMBERG G y MORALES R. Consumidores de leches funcionales. *En: Morales y Subiabre*, Eds. Desarrollo de una línea base para la potencial generación de productos lácteos diferenciados y protocolos de producción de leche y derivados de alto valor nutricional. INIA, Osorno, Chile. 2014, Boletín 291, 71 pp.
- KAMINSKI S, CIESLINSKA A and KOSTYRA E. Polymorphism of bovine beta-casein and its potential effect on human health. *J. Appl. Genet.* 2007, 48: 189-198.
- KAY JK, ROCHE JR, KOLVER ES, THOMSON NA and BAUMGARD LH. A comparison between feeding systems (pasture and TMR) and the effect of vitamin E supplementation on plasma and milk fatty acid profiles in dairy cows. *J. Dairy Res.* 2005, 72: 322-332.
- KELSEY JA, CORL BA, COLLIER RJ and BAUMAN DE. The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2003, 86: 2588-2597.
- KORHONEN H and PIHLANTO A. Bioactive peptides: production and functionality. *Int. Dairy J.* 2006, 16: 945-60.
- KORHONEN H. 2009b. Milk-derived bioactive peptides: From science to applications. *J. Funct. Foods*, 2009, 1: 177-187.

- LACASSE P, LAUZON K, DIARRA MS and PETITCLERC D. Utilization of lactoferrin to fight antibiotic-resistant mammary gland pathogens. *J. Anim. Sci.* 2008, 86(Suppl. 1): 66-71.
- LEE JH, O'KEEFE JH, LAVIE CJ and HARRIS WS. Omega-3 fatty acids: cardiovascular benefits, sources and sustainability. *Nature Rev. Cardiol.* 2009, 6: 753-758.
- LE MAUX S, BOUHALLAB S, GIBLIN L, BRODKORB A and CROGUENNEC T. Bovine β -lactoglobulin/fatty acid complexes: binding, structural, and biological properties. *Dairy Sci. Technol.* 2014, 94: 409-426.
- LOCK AL, PARODI PW and BAUMAN DE. The biology of *trans* fatty acids: Implications for human health and the dairy industry. *Aust. J. Dairy Technol.* 2005, 60: 134-142.
- MORALES R, LANUZA F, SUBIABRE I, CARVAJAL AM, CANTO F and UNGERFELD EM. A comparison of milk fatty acids profile among three different dairy production systems in the Los Ríos region, Chile. *Arch. Med. Vet.* 2015, *In Press*.
- RODRÍGUEZ-ALCALÁ LM, CALVO MV, VILLAR-TAJADURA MA y cols. Lípidos bioactivos en productos lácteos. *En: Morales y Subiabre, Eds. Desarrollo de una línea base para la potencial generación de productos lácteos diferenciados y protocolos de producción de leche y derivados de alto valor nutricional.* INIA, Osorno, Chile. 2014, Boletín 291, 71 pp.
- SACHDEVA A and NAGPAL J. Meta-analysis: efficacy of bovine lactoferrin in *Helicobacter pylori* eradication. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 2009, 29: 720-730.
- SCHENNINK A, HECK JM, BOVENHUIS H et al. Milk fatty acid unsaturation: Genetic parameters and effects of Stearoyl-CoA Desaturase (*SCD1*) and Acyl CoA: Diacylglycerol Acyltransferase 1 (*DGAT1*). *J. Dairy Sci.* 2008, 91: 2135-2143.
- SCHNETTLER B, SHENE C, RUBILAR M, MIRANDA H, SEPÚLVEDA J and DENEGRÍ M. Aceptación hacia yogurt con diferentes ingredientes funcionales en consumidores de supermercados del sur de Chile. *Arch. Med. Vet.* 2010, 60: 380-390.
- SHINGFIELD KJ, BERNARD L, LEROUX C and CHILLIARD Y. Role of trans fatty acids in the nutritional regulation of mammary lipogenesis in ruminants. *Animal* 2010, 4: 1140-66.
- SOYEURT H and GENGLER N. Genetic variability of fatty acid in bovine milk. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2008, 12: 203-210.
- TAILFORD KA, BERRY CL, THOMAS AC and CAMPBELL JH. A casein variant in cow's milk is atherogenic. *Atherosclerosis* 2003, 170: 13-19.
- TAUBES G. The soft science of dietary fat. *Science* 2001, 291: 2535-2541.
- TOMITA M, WAKABAYASHI H, YAESHIMA T, SHIN K, YAMAUCHI K and IWATSUKI K. Twenty-five years of research on bovine lactoferrin applications. *Biochimie* 2009, 91: 52-57.
- TRUSWELL AS. The A2 milk case: a critical review. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2005, 59: 623-631.
- WALSTRA P. Casein sub-micelles: do they exist? *Int. Dairy J.* 1999, 9: 189-192.
- WARD RE and GERMAN JB. Understanding milk's bioactive components: A goal for the genomics toolbox. *J. Nutrition* 2004, 134: 962S-967S.
- WINTER A, KRAMER W, WERNER FA, KOLLERS O, KATA S, DURSTEWITZ S et al. Association of a lysine- 232/alanine polymorphism in a bovine gene encoding acyl-CoA diacylglycerol acyltransferase (*DGAT1*) with variation at a quantitative trait locus for milk fat content. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2002, 99: 9300-9305.



SIMPOSIO DE MASTITIS

RELATORES: Paolo Moroni, Universidad de Cornell

Martin Pol, Lactodiagnóstico Sur

Enzo Capurro, Prevenzia

MODERADOR: Juan Kruze, U. Austral de Chile



ENVIRONMENTAL MASTITIS AND ITS RELATIONSHIP WITH PREPARTUM FIRST MONTH PERIOD AND LACTATION

Mastitis ambiental y su relación con el período parto y primer mes de lactancia

P. Moroni, DVM, PhD, Dipl. ECBHM

Cornell University, Department of Population Medicine and Diagnostic Sciences,
Animal Health Diagnostic Center, Quality Milk Production Services Ithaca, NY, USA

E-mail: pm389@cornell.edu

INTRODUCTION

Intramammary infections (IMI) are the most important disease of dairy cattle, accounting for 38% of the total costs of the common production diseases (Kossaibati & Esslemont, 1997). In the last decade several groups have estimated the losses associated with clinical mastitis and the average costs per case (US\$) of gram-positive, gram-negative, and other clinical mastitis were \$133.73, \$211.03, and \$95.31, respectively (Cha *et al.*, 2011, Grohn *et al.*, 2004). In addition to reduced cow welfare and increased veterinary costs, episodes of mastitis are associated with reduction of milk production (Bar *et al.*, 2007; Schukken *et al.*, 2009), decreased fertility (Santos *et al.*, 2004; Hertl *et al.*, 2010), and increased risk of culling and death (Hertl *et al.*, 2011). In most countries, the major mastitis pathogens are *Staphylococcus aureus*, other Streptococci, coliforms (Ruegg, 2014), and, with differences among countries, *Streptococcus agalactiae*. In the last decade, the epidemiology of mastitis is changing, and environmental mastitis pathogens cause most cases of mastitis on many modern dairy farms. These pathogens often cause mild cases of clinical mastitis, but some can become host adapted and behave similar to contagious pathogens. In the Northeast we are continuing to see more individual farm situations in which a predominantly environmental mastitis pathogen becomes the principle organism isolated on a dairy. While there are still outbreak situations with a single environmental organism that occur over a brief time period, many more farms are experiencing mastitis events where a predominantly environmental organism persists as the dominant organism for a prolonged period of time with high numbers of cows chronically infected.

Percentage of bovine intramammary infections is high around parturition (Bradley and Green 2004; McDougall *et al.*, 2007) and the factors influencing the susceptibility of the mammary gland to infections are bacteria at the teat end, characteristics of the teat canal and defense mechanisms in the udder (Sordillo, 2005).

Dry Period and correlation with intramammary infection

During involution and close to the end of the dry period, the risk for mastitis is at the highest (Oliver and Sordillo 1988). After drying-off, milk is no longer removed from the udder, and intramammary pressure may cause leakage of milk from the teats. The keratin plug, which also contains inhibitory substances against bacteria, is formed

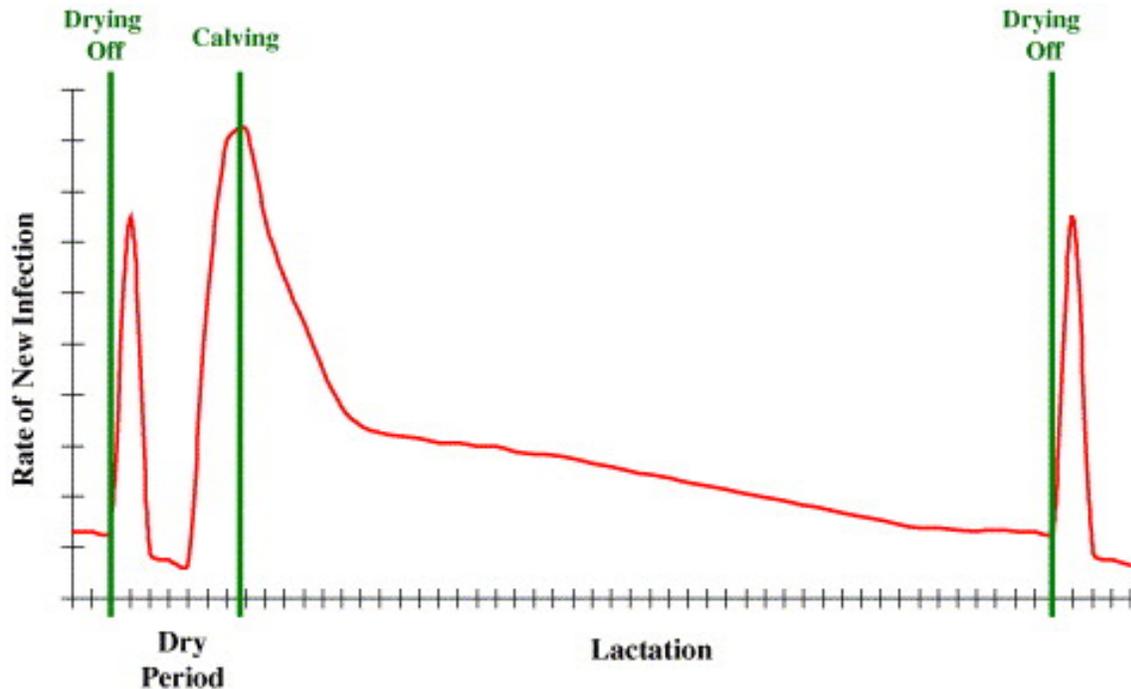
within 1–2 weeks after dry-off and should naturally seal the teat (Dingwell *et al.*, 2004).

Quarters that form a keratin plug, which completely closes the teat soon after dry-off, have significantly less risk to develop an IMI. Yet, as many as 23% of the quarters have been found to be still open 6 weeks after drying-off (Dingwell *et al.*, 2004). Increasing milk yield at the dry-off has been recognized as a significant risk factor: every 5 kg increase in milk yield at dry-off above 12.5 kg increased the odds of the cow by 77% to have an IMI caused by environmental bacteria at calving (Rajala-Schultz *et al.*, 2005). The increased susceptibility to mastitis with increasing milk yield at drying-off is probably related to the incomplete closing of the teat canal (Dingwell *et al.*, 2004).

Epidemiology of intramammary infections at dry-period

The importance of the dry period in mastitis control has been recognized for many years, which was reflected in the importance given to antibiotic.

More recently, due to epidemiology changes in mastitis etiology, interest has centered on the role of the dry period in environmental mastitis epidemiology, although here again from as long ago as the 1940s the susceptibility of the nonlactating mammary gland to new IMI with environmental organisms has been documented. All recent studies have confirmed that the environmental pathogens are the most significant cause of new IMI during the dry period. US studies highlighted the importance of the dry period in mastitis epidemiology, and in particular, demonstrated new infection rates with environmental organisms as being up to 10 times higher than during lactation. This same study demonstrated the increased susceptibility of the gland during involution and transition and showed that in low bulk milk somatic cell count (BMSCC) herds (typically less than 250,000 cells/mL), using blanket antibiotic DCT, there was a significant rise in the prevalence of IMI between drying off and post calving. This rise was almost totally accounted for by an increase in the number of quarters infected with the Enterobacteriaceae; there was little or no rise in the prevalence of infection with the major Gram-positive mastitis pathogens, suggesting adequate control with the use of long-acting antibiotic DCT. The vast majority of infections present at calving are new IMIs, the majority of which are acquired in the transition period; in these well-managed herds, persistence of infection from drying off was rare, and the “cure” rates achieved with antibiotic DCT were high.



Bradley et al 2004 Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice,

Dry Cow Therapy (DCT)

Use of DCT has an impact on the incidence of mastitis in two ways: first DCT should eliminate infections present in the mammary gland at dry-off and thus prevent their flare-ups at calving; the second aim is to protect the mammary gland for new IMIs during the dry period (Robert *et al.*, 2006). Antimicrobial substances used for DCT do not generally persist in the udder until calving and thus do not offer protection at that time (Oliver *et al.*, 1990). In an UK study, reduction of clinical mastitis caused by Gram-negative agents in the subsequent lactation was demonstrated with a long-acting intramammary preparation with Gram-negative spectrum (Bradley and Green, 2001). New IMIs which occur around parturition may greatly impact production in the subsequent lactation (Oliver and Sordillo, 1988; Whist *et al.*, 2006). Blanket DCT continues to be the standard procedure in most countries (Leslie and Dingwell, 2003). Routine treatment of all cows has recently been questioned, since bulk milk somatic cell counts (SCC) have markedly decreased and mastitis has changed from contagious to environmental (Leslie and Dingwell, 2003). In some countries, especially in Scandinavia, blanket DCT has never been adapted but selective DCT therapy recommended (Osteras *et al.*, 1999; Robert *et al.*, 2006). Dry cow therapy does not necessarily protect cows from mastitis as according to a Canadian study, as much as 11% of the treated cows had new IMI after the dry period (Dingwell *et al.*, 2004).

Intramammary infection around calving

The following two organisms associated with intramammary infection before or after calving are *E. coli*, Klebsiella, and other Streptococci. *E.coli* and *Klebsiella pneumoniae* has been considered a mastitis pathogen of predominantly environmental origin. However contagious and host-adapted strains causing multiple and repeat intramammary infections have been described, and differences in specific virulence factors among clinical mastitis isolates from milk and isolates of environmental origin have recently been reported. *Streptococcus uberis* and “other Streptococci” are isolated from approximately 30% of all clinical mastitis cases annually. “Other Streptococci”, which include *Lactococcus* and *Enterococcus* species, comprise a large and diverse group of genera that have been historically difficult to identify and may not be reported, or correctly identified, to the genus or species level. Many of these species historically have not been considered significant pathogens in bovine mastitis, and the role of these microorganisms as infectious agents remains unclear due to these issues.

In the US dairy industry, Klebsiella can be a widespread mastitis pathogen in the environment. Due to its environmental origin Klebsiella mastitis is more difficult to eradicate and treat effectively causing greater economic losses than other coliform mastitis pathogens such as *E. coli* (Grohn *et al.*, 2004). Klebsiella mastitis can be fatal, and cows that survive infection often are chronically infected with Klebsiella mastitis. Chronic cases are often culled due to persistently high cell counts, recurrent clinical mastitis, and/or reduced milk production. In a 2011 Cornell University study of 7 NY Holstein herds, researchers looked at the effect of recurrent episodes of clinical mastitis during different lactations on mortality and culling (Hertl *et al.*, 2011). Infections due to gram negative pathogens such as Klebsiella had the greatest impact on milk yield and mortality losses when occurring as a second mastitis case for first calf heifers and as a third case for older cows. Gram negative mastitis cows were more likely to die than cows with gram positive bacterial mastitis infections after the first two incidences of mastitis. A second study in 2013 found that among first-lactation cows, the presence of a first clinical mastitis case generally exposed cows to a greater risk of mortality in the current month. The effect of Klebsiella infection was greater than that of other mastitis pathogens tested, including *E. coli*. The 2nd or 3rd occurrence of clinical Klebsiella mastitis resulted in cows in parity ≥ 2 with an even greater risk of mortality (Cha *et al.*, 2013).

These data suggest that cows infected with Klebsiella mastitis may be a good candidate for aggressive management including treatment and a more stringent follow up protocol. Delayed treatment may lead to recurring episodes or chronic infections that are resistant to treatment and/or where increased severity may lead to death. Klebsiella is known to be resistant to the broad spectrum antibiotic amoxicillin (Roberson *et al.*, 2004), but some success has been achieved with ceftiofur, a broad-spectrum cephalosporin antibiotic that has been widely used for treatment of mastitis (Oliver and Murinda, 2012). These Klebsiella strains were screened for genes of antimicrobial resistance and virulence, and resistance to commonly used veterinary antibiotics was measured. The data suggested that acquisition of antibiotic



resistance contributes significantly to the ability of some *Klebsiella* strains to persist in the farm environment. Thus, practices that reduce their incidence of *Klebsiella* in the environment, as well as treatment plans that minimize and carefully target antibiotic use should be emphasized. The primary method for control of *Klebsiella* mastitis continues to be reduction of the pathogen in the environment and reduction of exposure to the animal. Historically, recommendations to lower the incidence and exposure of animals to *Klebsiella* in the dairy environment have included use of sand bedding, an inorganic material, over other organic material bedding types such as wood shavings and sawdust. A number of studies over the last 10 years have examined the impact of these and other different bedding materials on *Klebsiella* and other mastitis pathogen counts. With high costs of bedding materials, farms are looking to different alternatives such as sand, recycled sand, or recycled manure solids (RMS). In support of earlier data, more recent research (Husfeldt *et al.*, 2012) has found that inorganic bedding materials such as sand had lower initial bacterial counts compared to organic materials such as RMS, recycled paper bedding, or wood shavings, particularly when wet. However, when these studies followed the status of bedding material in use in stall areas, it found that there was little difference between the different bedding types in their ability to harbor high levels of *Klebsiella* and other pathogens. Additionally, recycled sand can serve as a source of *Klebsiella* as organic matter accumulates during the recycled life of this material. Any bedding material can quickly become contaminated in the stall area with mastitis pathogens shed from fresh manure. Researchers at QMPS have found that fecal shedding of *Klebsiella* can occur from healthy animals (Zadoks *et al.*, 2011). Alleyways and holding pens have been identified as additional high risk areas for *Klebsiella* exposure. Manure will splash on to the legs and teat skin as cows walk through, and so it is important to reduce this exposure by keeping alleyways clean and dry. Premilking teat disinfection can reduce bacterial loads, on the teat end prior to unit attachment which can help reduce the risk of *Klebsiella* entering the teat canal during the milking process but in herds with animals that have very poor leg and udder hygiene scores the bacterial challenge may be too great. Also unclean animals carry manure and associated pathogens such as *Klebsiella* back to the stalls to contaminate bedding. The key to controlling *Klebsiella* mastitis is to reduce its prevalence in the total environment of the cow. While choosing cleaner materials such as sand for bedding is one control factor, maintaining a clean and dry housing area and clean alleyways overall is key to reducing the prevalence of *Klebsiella* in the environment and the risk of exposure.

Lactococci and environmental streptococci

Environmental streptococci and streptococci-like bacteria are significant contributors to the incidence of mastitis (Grohn *et al.*, 2004) and in the United States up to 30% of cows are diagnosed annually with clinical mastitis (CM) caused by these gram positive, esculin positive, catalase negative streptococci. *Streptococcus uberis* as well as a number of Gram-positive cocci including *Enterococcus faecium* and

Streptococcus equinus have also been associated with bovine mastitis (Jayarao *et al.*, 1991). However, this large and diverse group of Gram-positive cocci also includes other species within *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Aerococcus* and *Lactococcus* genera. From a clinical perspective it is important to understand the epidemiology of these organisms and the role played to define their behavior. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* has been recently isolated from bovine mammary glands (Plumed-Ferrer *et al.*, 2013, Werner *et al.*, 2014) and bulk tank milk samples (Guelat-Brechbuehl *et al.*, 2010) and found to be present in natural soils and plants (Nomura *et al.*, 2006). The role of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* in bovine IMI is still unclear with a few reports of *Lactococcus* isolated in association with bovine and buffalo IMI (Plumed-Ferrer *et al.*, 2013, Werner *et al.*, 2014). Mastitis testing laboratories typically do not identify streptococcus-like bacteria to genus or species level beyond identification of *S. agalactiae*, *S. dygalactiae* and *S. uberis*. Therefore limited data on the isolation of *Lactococcus* species and its impact on udder health exist. Even in laboratories where further identification has been performed, the ability to accurately acquire and report species data on Gram-positive cocci has been confounded by the fact that many routine phenotypic diagnostic tests for streptococci-like bacteria can be inaccurate and unreliable (Odierno *et al.*, 2006). A recent study (Werner *et al.*, 2014) reported that 42 isolates in New York State were phenotypically identified as *Streptococcus uberis* and *Streptococcus* spp but with PCR methods identified 42 isolates (70%) as *Lactococcus lactis* ssp. *Lacti* and RAPD shows that isolates are different. A number of reports exist documenting discrepancies between the results of different commercially available biochemical identification kits for the identification of streptococci and streptococci-like bacteria from sources including milk (Gordoncillo *et al.*, 2010). Fortin *et al.*, (2003) found a high prevalence of misidentifications when both conventional biochemical and commercial kit testing were performed to identify milk sample Streptococci and streptococci-like isolates. Thus, it is possible that the incidence of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* in association with bovine IMI has been severely underreported.

SELECTED REFERENCES

- BRENAUT P, LEFÈVRE L, RAU A, LALOË D, PISONI G, MORONI P, BEVILACQUA C, MARTIN P. Contribution of mammary epithelial cells to the immune response during early stages of a bacterial infection to *Staphylococcus aureus*. *Vet Res.* 2014 Feb 12;45:16. doi: 10.1186/1297-9716-45-16. PubMed PMID: 24521038; PubMed Central PMCID: PMC3937043.
- CAPRA E, CREMONESI P, CORTIMIGLIA C, BIGNOLI G, RICCHI M, MORONI P, PESCE A, LUINI M, CASTIGLIONI B. Simultaneous identification by multiplex PCR of major Prototheca spp. isolated from bovine and buffalo intramammary infection and bulk tank. *Lett Appl Microbiol.* 2014 Dec;59(6):642-7. doi: 10.1111/lam.12326. Epub 2014 Oct 20. PubMed PMID: 25196253.
- CREMONESI P, CAPOFERRI R, PISONI G, DEL CORVO M, STROZZI F, RUPP R, AILLAT H, MODESTO H. P, MORONI P, WILLIAMS JL, CASTIGLIONI B, STELLA A. Response of the goat mammary gland to infection with *Staphylococcus aureus* revealed by gene expression profiling in milk somatic



- and white blood cells. *BMC Genomics*. 2012 Oct 9;13:540. doi: 10.1186/1471-2164-13-540. PubMed PMID: 23046560; PubMed Central MCID:MC3532242
- CREMONESI P, ZOTTOLA T, LOCATELLI C, POLLERA C, CASTIGLIONI B, SCACCABAROZZI L, MORONI P. Identification of virulence factors in 16S-23S rRNA intergenic spacer genotyped *Staphylococcus aureus* isolated from water buffaloes and small ruminants. *J Dairy Sci*. 2013 Dec;96(12):7666-74. doi: 10.3168/jds.2013-6917. Epub 2013 Oct 17. PubMed PMID: 24140323.
- CUCCURU C, MELONI M, SALA E, SCACCABAROZZI L, LOCATELLI C, MORONI P, BRONZO V. Effects of intramammary infections on somatic cell score and milk yield in Sarda sheep. *N Z Vet J*. 2011 May;59(3):128-31. doi: 10.1080/00480169.2011.562862. PubMed PMID: 21541886.
- FADDA ME, PISANO MB, SCACCABAROZZI L, MOSSA V, DEPLANO M, MORONI P, LICARDI M, COSENTINO S. Use of PCR-restriction fragment length polymorphism analysis for identification of yeast species isolated from bovine intramammary infection. *J Dairy Sci*. 2013 Dec;96(12):7692-7. doi: 10.3168/jds.2013-6996. Epub 2013 Oct 11. PubMed PMID: 24119798.
- GENINI S, BADAoui B, SCLEP G, BISHOP SC, WADDINGTON D, PINARD VAN DER LAAN MH, KLOPP C, CABAU C, SEYFERT HM, PETZL W, JENSEN K, GLASS EJ, DE GREEFF A, SMITH HE, SMITS MA, OLSAKER I, BOMAN GM, PISONI G, MORONI P, CASTIGLIONI B, CREMONESI P, DEL CORVO M, FOULON E, FOUCRAS G, RUPP R, GIUFFRA E. Strengthening insights into host responses to mastitis infection in ruminants by combining heterogeneous microarray data sources. *BMC Genomics*. 2011 May 11;12(1):225. doi: 10.1186/1471-2164-12-225. PubMed PMID: 21569310; PubMed Central PMCID: PMC3118214.
- GURJAR A, GIOIA G, SCHUKKEN Y, WELCOME F, ZADOKS R, MORONI P. Molecular diagnostics applied to mastitis problems on dairy farms. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2012 Nov;28(3):565-76. doi: 10.1016/j.cvfa.2012.07.011. Epub 2012 Sep 6. Review. PubMed PMID: 23101676.
- LOCATELLI C, PIEPERS S, DE VliegHER S, BARBERIO A, SUPRÉ K, SCACCABAROZZI L, PISONI G, BRONZO V, HAESBROUCK F, MORONI P. Effect on quarter milk somatic cell count and antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus rostri* causing intramammary infection in dairy water buffaloes. *J Dairy Sci*. 2013 Jun;96(6):3799-805. doi: 10.3168/jds.2012-6275. Epub 2013 Mar 30. PubMed PMID: 23548306.
- LOCATELLI C, SCACCABAROZZI L, PISONI G, BRONZO V, CASULA A, TESTA F, ALLODI S, POLLERA C, TONI F, MORONI P. *Helcococcus kunzii* and *Helcococcus ovis* isolated in dairy cows with puerperal metritis. *J Gen Appl Microbiol*. 2013;59(5):371-4. PubMed PMID: 24201149.
- MODESTO P, PELETTO S, PISONI G, CREMONESI P, CASTIGLIONI B, COLUSSI S, CAMELLI M, BRONZO V, MORONI P, ACUTIS PL. Evaluation of internal reference genes for quantitative expression analysis by real-time

- reverse transcription-PCR in somatic cells from goat milk. *J Dairy Sci.* 2013 Dec;96(12):7932-44. doi: 10.3168/jds.2012-6383. Epub 2013 Oct 11. PubMed PMID: 24119819.
- MORONI P., PISONI G., CREMONESI P., AND CASTIGLIONI B. Molecular detection of foodborne pathogens. Chapter 18 *Staphylococcus* pag 245-255. 2009. Dongou L. Taylor & Francis Group
- MORONI P., PISONI G., CREMONESI P., AND CASTIGLIONI B. Molecular detection of human bacterial pathogens. Chapter 28 *Staphylococcus* pag 307-317. 2011. Dongou L. Taylor & Francis Group.
- RICHARDS VP, ZADOKS RN, PAVINSKI BITAR PD, LEFÉBURE T, LANG P, WERNER B, TIKOFSKY L, MORONI P, STANHOPE MJ. Genome characterization and population genetic structure of the zoonotic pathogen, *Streptococcus canis*. *BMC Microbiol.* 2012 Dec 18;12:293. doi: 10.1186/1471-2180-12-293. PubMed PMID: 23244770; PubMed Central PMCID: PMC3541175.
- SCACCABAROZZI L, LOCATELLI C, PISONI G, MANAROLLA G, CASULA A, BRONZO V, MORONI P. Short communication: Epidemiology and genotyping of *Candida rugosa* strains responsible for persistent intramammary infections in dairy cows. *J Dairy Sci.* 2011 sep;94(9):4574-7. doi: 10.3168/jds.2011-4294. PubMed PMID: 21854930.
- SCHUKKEN Y, CHUFF M, MORONI P, GURJAR A, SANTISTEBAN C, WELCOME F, ZADOKS R. The "other" gram-negative bacteria in mastitis: *Klebsiella*, *serratia*, and more. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2012 Jul;28(2):239-56. doi: 10.1016/j.cvfa.2012.04.001. Review. PubMed PMID: 22664206.
- SCHUKKEN YH, BRONZO V, LOCATELLI C, POLLERA C, ROTA N, CASULA A, TESTA F, SCACCABAROZZI L, MARCH R, ZALDUENDO D, GUIX R, MORONI P. Efficacy of vaccination on *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci intramammary infection dynamics in 2 dairy herds. *J Dairy Sci.* 2014 Aug;97(8):5250-64. doi: 10.3168/jds.2014-8008. Epub 2014 Jun 2. PubMed PMID: 24881797.
- WERNER B, MORONI P, GIOIA G, LAVÍN-ALCONERO L, YOUSAF A, CHARTER ME, CARTER BM, BENNETT J, NYDAM DV, WELCOME F, SCHUKKEN YH. Short communication: Genotypic and phenotypic identification of environmental streptococci and association of *Lactococcus lactis* ssp. *Lactis* with intramammary infections among different dairy farms. *J Dairy Sci.* 2014 Sep 18. pii: S0022-0302(14)00635-3. doi: 10.3168/jds.2014-8314. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 25242419
- ZANARDI G, CAMINITI A, DELLE DONNE G, MORONI P, SANTI A, GALLETTI G, TAMBA M, BOLZONI G, BERTOCCHI L. Short communication: Comparing real-time PCR and bacteriological cultures for *Streptococcus agalactiae* and *Staphylococcus aureus* in bulk-tank milk samples. *J Dairy Sci.* 2014 Sep;97(9):5592-8. doi: 10.3168/jds.2014-7947. Epub 2014 Jul 3. PubMed PMID: 24997661.
- ZONCA A, GALLO M, LOCATELLI C, CARLI S, MORONI P, VILLA R, CAGNARDI P. Cefquinome sulfate behavior after intramammary administration in healthy



and infected cows. J Dairy Sci. 2011 Jul;94(7):3455-61. doi:
10.3168/jds.2010-4109. PubMed PMID: 21700031.



MASTITIS EN EL PERIPARTO

Peripartum mastitis

M. Pol, M.V. MS

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias

E-mail: martin.pol@lactodiagnosticsur.com.ar

INTRODUCCIÓN

La mastitis puede ser definida como la inflamación de la glándula mamaria. Esta inflamación es, en la mayoría de los casos, la respuesta del tejido a lesiones producidas por microorganismos.

La mayoría de los microorganismos ingresan a la glándula por el orificio del pezón. De tal manera, la primera línea de defensa es el canal del pezón. En el canal del pezón actúan varios componentes de defensa.

El esfínter del pezón está compuesto por músculo liso y situado en el extremo distal del pezón. No contiene ninguna sustancia antibacteriana, pero su acción provoca el cierre del canal limitando físicamente la entrada de bacterias. Algunas vacas tienen un mal cierre del esfínter y están expuestas a un mayor riesgo de infecciones intramamarias (IIM) (Klaas *et al.*, 2005).

La queratina es una especie de red con capacidad para limitar la entrada de bacterias. Está formada por células epiteliales descamadas, ácidos grasos y proteínas catiónicas. Durante el ordeño la queratina vieja se despega removiendo las bacterias del canal del pezón. Los ácidos grasos pueden ser bactericidas o bacteriostáticos y las proteínas se unen para causar la lisis de bacterias Gram +. Sin embargo, ciertas bacterias pueden superar estas defensas e incluso reproducirse dentro del canal del pezón. La proporción de ácidos grasos presentes en la queratina es heredable y asociada a mayor o menor riesgo de IIM (Compton *et al.*, 2007).

La luz del canal del pezón no tiene una forma definida. Sus paredes están plegadas sobre sí mismas y se desdoblán durante el ordeño. Movimientos peristálticos del músculo liso colaboran a expulsar bacterias. Luego del ordeño, la luz del pezón se mantiene abierta y sin peristalsis por varias horas. Además, los tejidos del pezón se encuentran congestionados luego del ordeño. Los pezones cortos y anchos se ordeñan más rápido, pero tienen mayor riesgo de IIM (Seykora *et al.*, 1985).

La roseta de Furstenberg se ubica en el extremo interno del canal del pezón y aloja a una población de leucocitos y proteínas catiónicas con propiedades bactericidas.

La fuente de microorganismos que desafían las defensas descritas pueden provenir de otros cuartos mamarios infectados (patógenos contagiosos) o del ambiente en el que viven las vacas (patógenos ambientales).

Estos microorganismos pueden superar estas barreras por infusión intramamaria (mala técnica), por multiplicación bacteriana en el canal del pezón (sobre todo post

ordeño), o por propulsión durante el ordeño (por fuerzas generadas por la máquina de ordeñar).

Una vez que se superan estas barreras de defensa, los microorganismos tienen acceso a la cisterna del pezón y a la glándula. Que la infección se establezca, sólo depende del sistema inmune.

REVISIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA INMUNE

INMUNIDAD HUMORAL

Los antígenos son sustancias (proteínas o polisacáridos) que estimulan una respuesta específica. Son reconocidos como “sustancias extrañas” por el sistema inmune.

Los anticuerpos son capaces de combinarse con un antígeno específico. Son sintetizados por los linfocitos B y por las células plasmáticas (plasmocitos). Los anticuerpos son un tipo de proteína llamado inmunoglobulina. Existen diversos tipos de inmunoglobulinas (IgG, IgM, IgA, IgD, IgE).

Una vez que se forma en complejo antígeno-anticuerpo, se pueden lograr diversos efectos: neutralización del antígeno (toxinas o virus), un mejoramiento en la fagocitosis (opsonización o reconocimiento), o activación del sistema de complemento.

El sistema de complemento está compuesto por una serie de proteínas de la sangre que actúan como una cascada de enzimas y es uno de los componentes de la inflamación aguda. Los componentes del sistema de complemento pueden actuar con los leucocitos y las inmunoglobulinas o independientemente. El objetivo de la activación del complemento es la lisis de la célula objetivo (Sordillo *et al.*, 2011).

INMUNIDAD CELULAR

Las células que intervienen en el sistema inmune son originadas en la médula ósea. Son los leucocitos y sus derivados residentes en tejidos.

Los neutrófilos, basófilos y eosinófilos tienen gránulos que contienen enzimas hidrolíticas y otros componentes antibacterianos. Son fagocitos cuya función es destruir materiales extraños. Durante la mastitis o la involución mamaria, estas células son las primeras en entrar en el tejido. Se las considera la “segunda línea de defensa” de la glándula mamaria.

Los linfocitos participan activamente en la inmunidad. Los linfocitos B (productores de anticuerpos) y los linfocitos T, involucrados en la inmunidad celular (killers, helpers, etc.). Sin embargo, el papel de estos linfocitos en la inmunidad mamaria aún no se conoce en profundidad. Sin embargo, sabemos que los linfocitos B en el tejido mamario (llamados células plasmáticas) tienen capacidad de secretar anticuerpos específicos.

Los monocitos y macrófagos son mononucleados (a diferencia de los neutrófilos polimorfonucleados). Ambos tienen función fagocítica. Los macrófagos son células presentes en el tejido (se llaman monocitos en sangre). Los macrófagos además de fagocitar, son importantes en iniciar la respuesta inmune humoral y celular (Aitken *et al.*, 2011).



De las células somáticas presentes en la leche, menos del 2% son células epiteliales. El resto son leucocitos. Los polimorfonucleados predominan (>90%) en la leche en la mastitis y en la involución. Los macrófagos y los linfocitos llegan más tarde a la glándula. Los macrófagos le presentan antígenos a los linfocitos T para así iniciar la respuesta humoral y celular.

De ésta manera, se reconocen dos tipos de inmunidad (específica y no específica).

La inmunidad específica depende de los linfocitos, requiere exposición previa al antígeno, y reconocimiento de éste por segunda vez. Una vez que se dispara, los linfocitos inician respuesta humoral y celular.

La inmunidad no específica depende de los macrófagos y los polimorfonucleares. No requiere exposición previa a los antígenos, es no selectiva. Este tipo de inmunidad es muy importante en el contacto inicial con la bacteria, en donde éstas son fagocitadas por las células de defensa.

La fagocitosis es un proceso complejo en el cual los fagocitos (neutrófilos y macrófagos) se mueven al tejido infectado (quimiotaxis), reconocen el material extraño, ingieren ese material y lo destruyen. Este es el mecanismo principal de eliminación de sustancias extrañas.

La quimiotaxis ocurre debido a que los leucocitos son móviles y se mueven guiados por sustancias químicas. Los polimorfonucleares siguen un gradiente de concentración de éstas sustancias (C5a, toxinas, péptidos bacterianos), las cuales se adhieren a su membrana. Esta adhesión produce cambios en el citoesqueleto de los neutrófilos y dirige su movimiento hacia la glándula. Luego de abandonar el torrente sanguíneo (permeabilidad capilar), los neutrófilos se mueven por diapédesis hasta el sitio de la infección. La quimiotaxis es la responsable de poner en contacto la bacteria con estas células e iniciar así el proceso de reconocimiento.

Los fagocitos ingieren casi cualquier material extraño. Pero la fagocitosis es facilitada si los fagocitos reconocen específicamente una sustancia como extraña. En la opsonización, las inmunoglobulinas (por el extremo Fab) y/o el complemento (C3b) se unen a los antígenos extraños. Las inmunoglobulinas, a su vez se unen a los fagocitos completando así el proceso de reconocimiento. De tal manera, las inmunoglobulinas actúan como un eslabón que une a los fagocitos con las bacterias. La IgG1 es muy numerosa en leche, sin embargo su capacidad de opsonizar es baja. La IgG2, por el contrario tiene alta capacidad de opsonizar. Algunas bacterias como *Staphylococcus aureus* tienen estrategias para debilitar la opsonización. La proteína A presente en la superficie de esta bacteria se une al extremo Fc de la inmunoglobulina (en vez de hacerlo al Fab). De tal manera, la bacteria queda cubierta por inmunoglobulinas que no son reconocidas como extrañas. El complemento unido a bacterias puede unirse a receptores específicos de los fagocitos. Además, la IgA (producida principalmente en glándula mamaria) puede unirse a bacterias, aglutinándolas y neutralizar toxinas sin necesidad de unirse a fagocitos.

Luego del reconocimiento, se procede a la ingestión del material. Se forman pseudópodos a partir de la membrana del fagocito de manera tal, que el material

extraño queda engolfado. Al unirse los pseudópodos que rodeaban al material extraño, éste queda contenido en una vacuola intracelular llamada fagosoma (microorganismo rodeado por membrana celular). Una vez que se formó el fagosoma, los lisosomas plasmáticos se unen a éste formando el fagolisosoma donde ocurre la muerte intracelular. El proceso de unión de los lisosomas al fagosoma con liberación de sus contenidos se llama desgranulación. A menudo, los lisosomas se unen a un fagosoma que no está completamente cerrado y su contenido hidrolítico puede escapar fuera de la célula. Mucho del daño inflamatorio es originado por éste contenido celular que escapa durante la desgranulación.

La muerte y digestión del material extraño puede ocurrir por dos procesos diferentes según su dependencia del oxígeno.

El sistema dependiente del oxígeno resulta de la formación de peróxido de hidrógeno y aniones superóxidos entre otras sustancias bactericidas que se liberan en los fagolisosomas. Estos oxidan los lípidos de las membranas bacterianas produciendo la lisis. La mieloperoxidasa es la enzima principal en la oxidación del material extraño.

Por otro lado, el sistema independiente del oxígeno actúa mediante diferentes componentes. Los ácidos matan directamente a las bacterias pero también acidifican el medio para que las hidrolasas puedan actuar al pH óptimo (4,5). La lactoferrina es una proteína que se une al hierro y tiene capacidad de actuar aún en ambientes ácidos. La lactoferrina es sintetizada por las células epiteliales y también se halla en los polimorfonucleares. La lactoferrina se une al hierro necesario para el crecimiento de coliformes. La lactoferrina se libera de los polimorfonucleares, capta hierro y vuelve a internalizarse inhibiendo la formación de radicales hidroxilos (Chaneton *et al.*, 2008). La lactoferrina aumenta la adhesividad de los polimorfonucleares, manteniéndolos en el sitio de la inflamación. Otros componentes independientes del oxígeno incluyen enzimas hidrolíticas (glicosidasa), proteínas catiónicas (antimicrobianas), y lactoperoxidasa (secretada por células epiteliales).

INMUNIDAD Y MASTITIS

La cuenta de células somáticas (CCS) es una medición indirecta de la respuesta inmune innata. La célula somática predominante en una ubre sana no infectada es el macrófago. Además la CCS de vacas sanas es generalmente baja (<200.000 cels/mL). Cuando la glándula mamaria se ve expuesta a bacterias, se inicia un proceso inflamatorio y se comienzan a reclutar neutrófilos. Esto eleva la CCS rápidamente.

La población predominante de células somáticas es ahora el neutrófilo. Si estas células no tienen éxito en la eliminación de la exposición temprana a bacterias, el cuarto desarrolla mastitis clínica o subclínica.

En la ubre no se conoce la existencia de un sistema de memoria, por lo cual la inmunidad de la ubre descansa en la inmunidad humoral y celular innata. Los patógenos también deben enfrentarse con receptores de tipo toll (TLR) presentes en células epiteliales. De esta manera, al activarse los TLR, el alvéolo mamario cambia la producción de caseína por la producción de péptidos antimicrobianos. Si esta



activación no es rápida, las defensas pueden verse superadas. Estos TLR y otros patrones moleculares asociados a patógenos al detectar microorganismos inician una cascada de señales intracelulares para facilitar la actividad fagocítica (Aitken *et al.*, 2011).

Un ejemplo de sustancias solubles producidas luego del reconocimiento de estos patrones moleculares asociados a patógenos son las distintas citoquinas. Esta red de citoquinas, producidas por células inmunes y no inmunes modulan el sistema inmune de una manera sumamente compleja. La producción de citoquinas es clave para poder lograr la migración de leucocitos al sitio de la infección. El tipo de patógeno afectará el tipo y la cantidad de citoquinas producidas. Por ejemplo, la IIM producida por bacterias Gram – resulta en una gran producción de citoquinas (IL1, IL6, IL8 y TNF α) si se la compara con la cantidad de citoquinas producidas por una IIM por Gram +.

Otro componente de la inmunidad innata son los oxilipidos, que regulan la magnitud y duración de la inflamación. Los oxilipidos son encontrados en la membrana celular y se forman a partir de ácidos grasos poliinsaturados (Schmitz y Ecker, 2008). Los distintos oxilipidos pueden aumentar o disminuir la inflamación. A veces ocurren mastitis en las cuáles se observan procesos inflamatorios descontrolados resultado de producción excesiva de oxilipidos pro-inflamatorios con baja producción de oxilípidos antiinflamatorios (Matmiller *et al.*, 2013).

La inflamación juega un papel sumamente importante en la patogenia de mastitis. No solo se producen factores antimicrobianos locales, también promueve el movimiento de leucocitos y otros factores plasmáticos al sitio de la infección. Los signos de la inflamación (tumor, color, dolor, calor) pueden ser explicados por cambios del endotelio vascular. Estos cambios del endotelio no solo producen inflamación y edema sino que afectan el pasaje de leucocitos a través de las paredes de los vasos sanguíneos.

Las citoquinas y oxilipidos de la inflamación actúan sobre el endotelio vascular para que enlentezca el tránsito específico de leucocitos a través de moléculas de adhesión. Los neutrófilos son las células más afectadas por este proceso (Maddox *et al.*, 1999). Los neutrófilos actúan como “ambulancias” que llegan al sitio del accidente rápidamente (30 a 60 minutos).

La inmunidad adaptativa depende de los contactos previos que haya tenido el sistema inmune con antígenos específicos y se activa al fallar la inmunidad innata. Usualmente, la inmunidad adaptativa es más rápida, fuerte y duradera que la inmunidad innata. Sin embargo, lleva días que esta se instaure ya que deben expandirse clonalmente los linfocito B y T para el patógeno específico en cuestión (Sordillo y Aitken, 2011). Estas características del sistema inmune adaptativo hacen que sea el encargado de responder a las vacunas.

A pesar de que existen algunas vacunas que han demostrado eficacia en el control de las mastitis (coliforme J5, Hogan *et al.* 1995; coliforme J5 + *Staph. aureus*, Schukken *et al.*, 2014), las vacunas aún tienen una papel moderado en el control de

mastitis. Y para algunos patógenos frecuentes (*Streptococcus uberis*, por ejemplo) aún no se han desarrollado vacunas eficaces.

INMUNOSUPRESION Y MASTITIS

A pesar de que hay un sistema inmune complejo para prevenir las infecciones intramamarias, en algunos momentos se observa una disminución en la eficacia de dicho sistema.

El riesgo de mastitis aumenta alrededor del período seco y en el período periparto. Por lo tanto, lo que sucede en esta etapa termina afectando la lactancia de la vaca (Aitken *et al.*, 2011).

Durante el inicio del período seco ocurren situaciones que aumentan el riesgo de nuevas IIM. Las vacas no son ordeñadas, por lo que se interrumpe el lavado del canal del pezón y la producción de nueva y “pegajosa” queratina. Además, se discontinúa la práctica de inmersión de los pezones posterior al ordeño. Muchos pezones gotean leche, no resistiendo la presión mamaria. Casi un 25% de los cuartos siguen abiertos seis semanas después haber secado a las vacas.

En las semanas que rodean al parto otros factores importantes entran en juego. Casi todas las vacas lecheras experimentan algún grado de inmunosupresión durante las dos a tres semanas previas y posteriores al parto. Además, muchos tapones de queratina ya se han abierto al aproximarse el parto.

Es importante notar que no solo es más frecuente que las vacas se infecten en este período. También ocurre que las infecciones son de mayor severidad. Los procesos inflamatorios disfuncionales (locales y sistémicos) que ocurren en las vacas de transición (mastitis, metritis) acarrearán problemas en la resolución de éstas patologías. Estas disfunciones incluyen la respuesta pobre a la infección caracterizada por una migración lenta de neutrófilos y otros componentes de las primeras líneas de defensa.

Además esta función inmune disfuncional, puede resultar en respuestas inflamatorias crónicas descontroladas que resultan en extenso daño tisular.

Desde hace mucho sabemos que la mastitis por coliformes es mucho más severa al inicio de la lactancia que en etapas más avanzadas de la misma (Grommers *et al.*, 1989) y el lento reclutamiento de neutrófilos en el postparto parece ser un factor determinante en esta condición.

Las razones de esta respuesta inmune disfuncional en el periparto no son completamente conocidas, pero se sabe que hay factores endócrinos y metabólicos involucrados.

Entre los factores endócrinos podemos citar a hormonas esteroideas, que aumentan cerca de parto (glucocorticoides) y se ha observado una acción inmunosupresora de estas sustancias. Específicamente, podrían disminuir la migración de neutrófilos al suprimir las moléculas de adhesión que éstos necesitan para guiarse al sitio de infección (Burton *et al.*, 2005).

Probablemente el factor metabólico más prevalente en vacas lecheras en transición sea el balance energético negativo (BEN). Se ha postulado que el BEN afecta por sí solo al sistema inmune (Sordillo y Raphael, 2013).



Recientemente se han hecho sofisticados estudios en el cual se mastectomizaron animales. En los mismos se observaron los cambios endócrinos asociados al final de lactancia y parto, donde se evidencia que a pesar de las demandas energéticas diferentes en cada grupo, todos los animales, intactos y mastectomizados, tuvieron una función inmune deprimida revelada por una clara baja en la actividad neutrofílica. (Kimura *et al.*, 1999)

Los animales mastectomizados tuvieron modestos incrementos de NEFAs comparados con animales control. Si bien la función inmune fue disminuida en todos los animales, en los animales intactos la inmunosupresión se prolongó en el tiempo (Kimura *et al.*, 2002). Esto demuestra que el BEN y la inmunosupresión son los eslabones que unen a las enfermedades metabólicas con las enfermedades infecciosas observadas en el periparto.

REFERENCIAS

- AITKEN, S.L., CORL C.M., and SORDILLO L.M. Immunopathology of mastitis: insights into disease recognition and resolution. *J Mammary Gland Biol Neoplasia*. 2011. 16(4):291-304.
- BURTON, J. L., S. A. MADSEN, L. C. CHANG, P. S. WEBER, K. R. BUCKHAM, R. VAN DORP, M. C. HICKEY, and B. EARLEY. Gene expression signatures in neutrophils exposed to glucocorticoids: a new paradigm to help explain "neutrophil dysfunction" in parturient dairy cows. 2005. *Veterinary immunology and immunopathology* 105(3-4):197-219.
- CHANETON, L., TIRANTE L, MAITO J, CHAVES J., and BUSSMAN L. Relationship Between Milk Lactoferrin and Etiological Agent in the Mastitic Bovine Mammary Gland. *Journal of Dairy Science* , 2008 . 91:5 , 1865 - 1873
- COMPTON, C.W.R., HEUER, C., PARKER K., MCDUGALL, S. and RISK. Factors for Peripartum Mastitis in Pasture-Grazed Dairy Heifers. *Journal of Dairy Science*. 2007. 90:9, 4171 – 4180.
- DINGWELL, RT. LESLIE KE, SCHUKKEN YH, SARGEANT JM, TIMMS LL, DUFFIELD TF, KEEFE GP, KELTON DF, LISSEMORE KD, and CONKLIN J. Association of Cow and Quarter Level Factors at Drying-Off with New Intramammary Infections. *Prev. Vet. Med*. 2004. 63:75-89.
- GROMMERS, F.J., VAN DE GEER D., VAN DER VLIET H., HENRICKS P.A., and NIJKAMP F.P. Polymorphonuclear leucocyte function: relationship between induced migration into the bovine mammary gland and in vitro cell activity. *Veterinary immunology and immunopathology*. 1989. 23(1-2):75-83.
- HOGAN J.S, WEISS WP, SMITH K. L, TODHUNTER DA, SCHOENBERGER PS, and SORDILLO LM. Effects of an *Escherichia coli* J5 vaccine on mild clinical coliform mastitis. *Journal of Dairy Science*. 1995 78(2):285-90.
- KIMURA, K., J. P. GOFF, M. E. KEHRLI, JR., J. A. HARP, and B. J. NONNECKE. Effects of mastectomy on composition of peripheral blood mononuclear cell populations in periparturient dairy cows. *Journal of dairy science*. 2002. 85(6):1437-1444.

- KIMURA, K., J.P. GOFF, and M.E. KEHRLI, JR. Effects of the presence of the mammary gland on expression of neutrophil adhesion molecules and myeloperoxidase activity in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1999. 82:2385-2392
- KLAAS I.C. ENEVOLDSEN C, ERSBØLL AK, TÖLLE U. Cow-related risk factors for milk leakage. *Journal of Dairy Science*. 2005 88(1):128-36.
- MADDOX, J.F., AHERNE K.M., REDDY C.C., and SORDILLO L.M. Increased neutrophil adherence and adhesion molecule mRNA expression in endothelial cells during selenium deficiency. *J Leukoc Biol*. 1999. 65(5):658-664.
- MATTMILLER, S.A., CARLSON B.A., and SORDILLO L.M. Regulation of inflammation by selenium and selenoproteins: impact on eicosanoid biosynthesis. *J. Nutritional Sci*. 2013. 2(e28):1-13.
- SCHMITZ, G. and ECKER J. The opposing effects of n-3 and n-6 fatty acids. *Progress in Lipid Research*. 2008. 47(2):147-155.
- SCHUKKEN Y.H., BRONZO V., LOCATELLI C., POLLERA C., ROTA N., CASULA A., TESTA F., SCACCABAROZZI L., MARCH R., ZALDUENDO V, GUIX R., and MORONI P. Efficacy of vaccination on *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci intramammary infection dynamics in 2 dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 2014. 97:8, 5250-5264.
- SEYKORA, AJ, and MCDANIEL BT. Udder and teat morphology related to mastitis resistance: a review - *Journal of Dairy Science*. 1985. 68:8, p2087–2093
- SORDILLO, L. M. and AITKEN S.L. Mammary Resistance Mechanisms - Endogenous. in *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Vol. 3. Second ed. 2011. Pages 386-391
- SORDILLO, L. M. and W. RAPHAEL. Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. *The Veterinary clinics of North America*. 2013. Food animal practice 29(2):267-278.



***Staphylococcus aureus* IRRUMPE EN NUEVAS FASES DE LA LACTANCIA BOVINA. A QUIEN TIENE EN LA MIRA?**

Staphylococcus aureus breaks into new phases of Bovine Lactation. Who is targeting?

E. Capurro, MV, MsC, PhD

PREVENZIA KONSULT, Precisión Dairy Technology, Chile.

INTRODUCCIÓN

Mastitis en vaquillas fue descrita muchos años atrás (Schalm, 1942) pero fue solo considerado un problema significativo varios años después (Oliver y Mitchell, 1983). La escala global de esta enfermedad ha sido documentada en varias publicaciones en Norte América (Middleton *et al.*, 2005), Europa (Piepers., 2010), Nueva Zelanda (Parker *et al.*, 2008), Japón (Seno y Azuma, 1983) y América del sur (da Costa *et al.*, 1996). La mastitis en vaquillas se diferencia de varias formas de la mastitis en vacas adultas. La incidencia de mastitis clínica (MC) en vaquillas es más alta en los primeros días post partum que en las vacas (McDougall *et al.*, 2007a). Adicionalmente, la distribución de bacterias aisladas como agentes causales de MC puede variar con la edad. Las vaquillas tienen una alta incidencia de *Streptococcus uberis* y *Staphylococcus coagulasa* negativo (SCN) y una menor incidencia de *Staphylococcus aureus* (Sa) (McDougall *et al.*, 2007b). La MC en vaquillas es costosa. La MC temprana en la lactación resulta en pérdidas de producción futura de leche (Rupp y Boichard, 2000), alto riesgo de eliminación prematura (De Vliegher *et al.*, 2005a), aumento del riesgo de MC futuras (Rupp y Boichard, 2000), lo que se asocia con un incremento en; el uso de drogas antibióticas, descarte de leche, el riesgo de residuos de antibióticos en la leche y sub productos. Por eso, la reducción de MC en vaquillas lógicamente incrementara la rentabilidad del productor lechero asociado a la venta de leche de mejor calidad (De Vliegher *et al.*, 2012).

MATERIAL Y MÉTODOS

Resumir la literatura (n=58) en relación a MC en vaquillas, focalizado en la naturaleza del problema, agentes causales, efectos potenciales en la producción de leche futura, factores de riesgo, y estrategias no antibióticas para prevenir y controlar esta enfermedad causada por Sa y otros agentes menores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Naturaleza del problema

- 1.1. **Mastitis sub clínica (MsC) en vaquillas:** No existe consenso en la definición de infección intramamaria (IMI) en vaquillas (Andersen *et al.*, 2010). Diferencias en técnicas de diagnóstico usadas y puntos de corte usados en la definición de "infección" apenas explican la gran variación en prevalencia e incidencia de la mastitis en vaquillas (Sampimon *et al.*, 2010). Se encontró que la prevalencia de

IMI por cuarto en vaquillas va desde un 29 a 75% antes del partum, y entre 12 a 57% post partum (De Vliegher *et al.*, 2012). El denominador común de todos los estudios revisados con MsC es la alta proporción de infecciones causadas por SCN (Piepers *et al.*, 2010). Sin embargo algunos de los estudios revisados muestra a Sa como el más prevalente patógeno (Trinidad *et al.*, 1990). Ninguno de los 58 estudios revisados reporta bacterias ambientales como las más prevalentes.

- 1.2. **Mastitis clínica (MC) en vaquillas:** La lactancia temprana en vaquillas es caracterizada por una alta incidencia de MC, con mas de un 30% de casos de una lactación concentradas en las 2 primeras semanas post partum (Nyman *et al.*, 2007). En general, el patógeno mamario mas comúnmente aislado de MC en vaquillas son patógenos mayores como Sa, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, y *Escherichia coli* (Persson Waller *et al.*, 2009). *Arcanobacterium pyogenes* (Ap) fue reportado ser un importante agente causal de MC en vaquillas post partum en Suecia (Persson Waller *et al.*, 2009).

2. Bacterias causantes

2.1. Genero Staphylococcus

2.1.1. *Staphylococcus coagulasa negativo:* Los SCN es un grupo que consiste en mas de 45 especies de los cuales aproximadamente una docena son encontrados en la leche de vacas lecheras (Supré *et al.*, 2011). La epidemiología y la relevancia de este grupo como causante de mastitis bovina esta actualmente en debate (De Vliegher *et al.*, 2009). Sin embargo SCN ha llegado a ser el grupo predominante encontrado en muestras de leche de vacas lecheras en todo el mundo (Piepers *et al.*, 2007). En vaquillas, el grupo SCN representa la mayor causa de IMI tanto en MC como MsC alrededor del parto. Recientemente ha sido demostrado que la especiación del grupo SCN basado en sus test bioquímicos no es confiable para la identificación de este grupo (Sampimon *et al.*, 2009b). Estudios en curso están reportando datos mas robustos sobre prevalencia, incidencia, y factores de riesgo de la MC ocasionada por este grupo de SCN, tanto en vaquillas como en vacas (Park *et al.*, 2011).

2.1.2. *Staphylococcus aureus:* Aunque la prevalencia de Sa es generalmente mas baja que SCN en vaquillas, su importancia no debería ser subestimada ya que este bacterium es uno de los patógenos mamarios mas difíciles de controlar (Barkema *et al.*, 2006). De hecho vaquillas recién paridas con infecciones por Sa representan una importante fuente de infección para las vacas lactantes sin infección (Roberson *et al.*, 1994a) y son un desafío para los modernos programas de Bioseguridad. La prevalencia de MsC por Sa varia entre estudios y hatos (Piepers *et al.*, 2010), pero nunca es más alta que los SCN. Diferencias en manejos e intervenciones pueden estar detrás de las



variaciones observadas en la prevalencia. Se puede ser la principal causa de MC en vaquillas (Persson Waller *et al.*, 2009).

2.2. Mycoplasmas Species: Este puede ser considerado un patógeno causante de mastitis emergente (Passchyn *et al.*, 2011). *Mycoplasma* spp. es un patógeno difícil de cultivar, y la sensibilidad de detección desde muestras de leche es reducida cuando las muestras han sido congeladas (Biddle *et al.*, 2004). Dos recientes estudios reportaron que este género causa MC en torno a la pubertad de terneras (Roy *et al.*, 2008). De acuerdo a Barkema *et al.*, 2009 *Mycoplasma* respiratorios puede ser diseminados vía aerosol y causar mastitis. La MC por este género en vaquillas puede ser un desafío que puede estar relacionado con mastitis por este agente pero en vacas lactantes.

2.3. Bacterias ambientales: Este grupo también puede causar significativos problemas de MC en vaquillas en el pre y post partum (Fox, 2009). Coliformes y non – agalactiae streptococcus pueden causar la mayoría de las MsC después de SCN y antes de Sa en muchos hatos (Pankey *et al.*, 1991). *Streptococcus uberis* es el patógeno más común en causar MC en el peri partum de vaquillas en hatos manejados al pastoreo, causando ambos MC y MsC (Compton *et al.*, 2007a).

3. Potenciales consecuencias de la mastitis en vaquillas

Aún es un desafío cuantificar la influencia de cada uno de los factores (agentes causantes, duración de la infección pre partum, persistencia o cura de la infección en la lactancia temprana, inmunidad del huésped) envueltos en la mastitis de vaquillas y el futuro desempeño de estas vaquillas (Piepers *et al.*, 2009a). Adicionalmente, diferencias en las definiciones entre estudios hacen las comparaciones poco apropiadas. A pesar de que los reportes de mastitis en vaquillas comenzaron temprano en los 80', relativamente pocos estudios han cuantificado el efecto de esta en la salud mamaria y la producción de leche futura.

3.1. Mastitis sub clínica

Registros de recuento de células somáticas (RCS) de leche de vaquillas están usualmente disponibles a partir de los programas de salud mamaria nacionales y son muy pertinentes para estudiar la MsC. La inclusión de resultados bacteriológicos en los diseños de los estudios, haría posible cuantificar el efecto específico de cada patógeno envuelto en los casos de mastitis en vaquillas. Tiempo y gastos adicionales asociados a dichos estudios limita el número de vaquillas que pueden ser incluidos. El resultado es que estos estudios desafortunadamente son escasos. Sin embargo, un limitado número de estudios han usado el RCS y cultivos bacteriológicos lo que permite cuantificar de alguna manera el efecto de la MsC de vaquillas.

- 3.1.1. **Efecto en la salud mamaria futura:** Las vaquillas con un elevado RCS en la lactancia temprana mantienen un elevado RCS durante toda su primera lactancia (Coffey *et al.*, 1986; De Vliegher *et al.*, 2004a). Se ha reportado que IMI causadas por patógenos menores pueden no tener un efecto en el RCS de la primera lactancia o tener un RCS entre el RCS de vaquillas sin IMI y un RCS de vaquillas infectadas por un patógeno mayor al parto (Kirk *et al.*, 1996; Compton *et al.*, 2007a; Piepers *et al.*, 2010). Estos resultados sugieren que IMI por SCN presentes en la lactancia temprana parecen persistir lo cual ha sido confirmado por numerosos reportes (Piessens *et al.*, 2010; Suprè *et al.*, 2011). Contrario a lo que sucede en IMI por SCN al inicio de la lactación de vaquillas, el aislamiento de Sa y bacterias ambientales sustancialmente incrementa el riesgo de MsC durante la primera lactación (Paradis *et al.*, 2010; Piepers *et al.*, 2010).
- 3.1.2. **Efecto en la producción futura de leche:** Como la glándula mamaria de vaquillas continua desarrollándose a través de toda su primera lactancia (Tucker, 1987), la presencia de IMI antes del partum y durante la lactancia temprana pueden alterar este proceso, resultando en una producción sub óptima de tejido productor de leche. De hecho, vaquillas con un primer RCS en lactancia temprano bajo produjeron mas leche durante su primera lactación comparada con vaquillas con elevado RCS en el mismo periodo (Coffey *et al.*, 1986; De Vliegher *et al.*, 2005b). Como se pensaba, vaquillas con IMI al parto por patógenos mayores como Sa produjeron sustancialmente menos leche en su primera lactancia que sus pares sin infección (Piepers *et al.*, 2010). Un reciente estudio reportó que la producción promedio por día no fue diferente entre grupos de vaquillas con o sin IMI por Sa en el primer mes de lactación (Paradis *et al.*, 2010).
- 3.1.3. **Efecto en la longevidad:** Vaquillas con un elevado RCS tienen mas probabilidades de ser eliminadas del hato (De Vliegher *et al.*, 2005a), probablemente debido a un alto RCS y baja producción de leche. El aislamiento de patógenos mayores como Sa al momento de la cubierta represento un riesgo sustancialmente mayor para las vaquillas de ser removidas del hato en la primera lactación (Compton *et al.*, 2007a).
- 3.1.4. **Pérdidas económicas:** El costo promedio de una MsC por patógenos mayores, como Sa, ha sido reportado por Huijps *et al.*, 2009. Teniendo en cuenta que existe una disminución de la producción de leche, un aumento del riesgo de eliminación por MsC y MC, el costo para un hato con 20 vaquillas paridas al año con mastitis fue estimado en €626 en Octubre 2011. Costos específicos causados por distintos agentes causantes de mastitis en vaquillas, los cuales existen ciertamente, están siendo evaluados. La importante variación de costos entre predios indica que existe espacio para invertir en optimizar los manejos de vaquillas pre partum (De Vliegher *et al.*, 2012).



3.2. Mastitis clínica

El resultado de vaquillas con MC severas puede resultar en un incremento en el riesgo de ser eliminadas en lactancias futuras o ser causa de muerte. Dependiendo del estudio estas causas son subestimadas, resultando en una sub estimación de los efectos de la mastitis en vaquillas.

3.2.1. Efecto en la salud mamaria futura: La ocurrencia de MC en lactancia temprana esta asociada a RCS elevados al primer mes de lactancia, pero no más tarde (Myllys y Rautala, 1995). Esto está en concordancia con los reportes que indican que el diagnóstico de MC en uno o mas cuartos dentro de las primeras 2 semanas de lactación ésta asociado con un incremento en el riesgo de las vaquillas de tener un RCS >200 000 cél/mL al menos 14 días después de diagnosticada la MC, pero no en los RCS mas tardíos (Compton *et al.*, 2007a). En ambos estudios, las vaquillas tratadas por MC y las vaquillas controles libres de IMI en el comienzo del estudio, tuvieron un bajo RCS durante el resto de la primera lactación indicando una buena cura bacteriológica.

3.2.2. Efecto en la producción futura de leche: Pérdidas reportadas en la producción de leche en vaquillas con MC alrededor del parto varía desde menos de 1% (Myllys y Rautala, 1995; Barnouin y Chassagne, 2001) a 5% (Oltenucu y Ekesbo, 1994) sobre toda la lactación. Vaquillas con MC en la primera semana post partum producen sustancialmente menos que vaquillas sin MC, con las mayores pérdidas cuando las vaquillas desarrollan MC en la semana 6 post partum (Hagnestam *et al.*, 2007). Sin embargo, Campton *et al.*, (2007a) no encontró una asociación entre la presencia de MC en los primeros 14 días post partum y producción de leche futura. *Streptococcus uberis* fue el agente predominante en este estudio. La producción de leche no fue afectada adversamente después de 1 semana de realizado el diagnóstico de MC causada por *Streptococcus* spp. ocurrida en la lactancia temprana, sin embargo antes del diagnóstico las pérdidas fueron de 2.5 kg/día (Gröhn *et al.*, 2004). Mastitis clínica causada por SCN en la lactancia temprana resulto en 3.2 kg/día menos de leche en la semana siguiente de realizado el diagnóstico, aunque esto no fue estadísticamente significativo.

3.2.3. Efecto en la longevidad: Mastitis clínica aguda en las primeras semanas post partum incrementan el riesgo de eliminación (Beauudeau *et al.*, 1995; Rajala-Schultz *et al.*, 1999). Las vaquillas tratadas por MC antes del parto o dentro de las 2 primeras semanas post partum tienen mas probabilidades de ser eliminadas por MC dentro del primer mes luego del tratamiento (Waage *et al.*, 2000).

- 3.2.4. **Pérdidas económicas:** Las vaquillas que experimentan un caso severo de MC en torno al parto tiene un riesgo mayor de ser eliminadas por MC en esa misma lactancia (Myllys y Rautala, 1995; Waage *et al.*, 2000), lo cual esta asociado a pérdidas (producción futura de leche, reemplazo) e incremento en costos (reemplazo, mano de obra, tratamientos) de acuerdo a Stott y Kennedy, 1993.

3.3. *Staphylococcus aureus* en vaquillas

Staphylococcus aureus es uno de los principales patógenos causantes de mastitis contagiosa bovina. Aunque Sa es menos frecuentemente aislado de IMI en vaquillas que SCN, formalmente continúa siendo un patógeno difícil de controlar con alta velocidad de contagio y resistencia antimicrobiana (Capurro *et al.*, 2010a). Mastitis en vaquillas es una amenaza a la producción de leche futura y a la integridad del tejido secretor de leche de la glándula mamaria de vaquillas. Esto porque como se ha mencionado anteriormente el desarrollo de este tejido no se completa sino hasta el final de la primera lactancia.

- 3.3.1. **Prevalencia de Sa en vaquillas:** La prevalencia de Sa en IMI en vaquillas varia entre estudios y hatos, pero generalmente se aísla en menor proporción que SCN. Pankey *et al.*, 1991 aisló Sa desde el 2.6% de las muestras coleccionadas entre el día 3 y 11 post partum. Piepers *et al.* (2010), detectaron en un intervalo similar post partum un 3.5% de Sa. Sin embargo Castelani *et al.*, (2013) aislaron una cifra similar, 3.2% pero durante toda la lactancia de las vaquillas en estudio.

- 3.3.2. **Son los Sa de las vaquillas iguales a los Sa de sus madres?:** El análisis genotípico de aislamientos de Sa obtenidos de secreciones lácteas de vaquillas y vacas es una herramienta epidemiológica importante que contribuye al entendimiento de la diseminación de Sa de vacas a vaquillas. Mediante *Pulsed field gel electrophoresis* (PFGE) como *gold standard* en la identificación de clones de Sa es posible comenzar a dilucidar este contagio (Capurro *et al.*, 2010b; Bannerman *et al.*, 1999). Si bien un gran número de clones de Sa están envueltos como agente etiológico de MC en todo el mundo, ciertos clones predominan en las diferentes zonas geográficas (Zadoks *et al.*, 2000). Se ha demostrado en general que en los hatos hay un clon de Sa que es dominante sobre los otros (Capurro *et al.*, 2010b; Castelani *et al.*, 2013). Este clon dominante que emerge es más contagioso, posee comportamiento ambiental e infecta a temprana edad las vaquillas, puede ser difícil de controlar, incluso bajo excelentes condiciones de manejo clásico de control de mastitis (Capurro *et al.*, 2010b; Castelani *et al.*, 2013). Estudios han demostrado que solo un par de clones de Sa dominantes son responsables por la mayoría de las MC en vacas y vaquillas y demuestran una gran distribución geográfica intra y extra predial (Su *et al.*, 1999; Capurro *et al.*, 2010ab). Algunos clones de Sa poseen una combinación de genes que les



confieren la habilidad de causar y diseminar la infección rápidamente (velocidad de contagio) y un número aún más limitado de estos clones de Sa son capaces de causar casos de MC en diferentes predios (Cabral *et al.*, 2004). Castelani *et al.*, 2013 reportaron en su estudio que entre varios clones de Sa uno de carácter dominante fue encontrado en vacas y también en vaquillas causando MC en ambos estratos etarios. La conclusión fue que las vacas representan una importante fuente de dispersión de Sa para las vaquillas.

3.3.3. Factores de riesgo de clones de *Staphylococcus aureus* en vaquillas: Sa es un patógeno común de la ubre de vacas lecheras en todo el mundo. Sin embargo IMI en vaquillas recién paridas es más común de lo que fue formalmente creído (Piepers *et al.*, 2010). Varios programas de control de mastitis han sido usados para combatir este problema pero no siempre han sido eficientes en prevenir nuevas infecciones por Sa, indicando la presencia de fuentes de infección diferentes de las tradicionalmente conocidas Capurro *et al.*, 2010b).

3.3.4. Estabulación, Higiene y Manejo

Castelani *et al.*, 2013 reportaron que las vaquillas en su estudio fueron contaminadas por un clon de Sa durante la ordeña. La ordeña mecánica según estos autores, es una fuente importante de clones de Sa en vaquillas ya que ellas pueden ser contagiadas a través de clones Sa presentes en la piel de las vacas, leche, o manos de los operadores (Capurro *et al.*, 2010; Bava *et al.*, 2009). En un estudio epidemiológico, Smith *et al.*, 2005, demostró la importancia de la máquina de ordeña como fuente de clones dominantes de Sa. Los autores detectaron que los dos clones de Sa más importantes aislados desde MC fueron también encontrados en las líneas de la máquina de ordeña. La ausencia de buenas prácticas de manejo durante la ordeña puede contribuir a la diseminación de clones agresivos de Sa a las vaquillas. Una estrategia de control de la MC en vaquillas es ordeñarlas antes que las vacas.

Otro factor relevante para disminuir la velocidad de contagio de vaquillas es que éstas se críen separadas de las vacas. Estudios han demostrado un aumento del riesgo de IMI en vaquillas criadas en su última etapa pre partum con vacas multíparas, donde el mismo clon de Sa involucrado en casos de mastitis de vacas adultas fue también aislado en vaquillas (De Vlieghe, *et al.*, 2012). La glándula mamaria de vaquillas infectadas por clones de Sa representa una fuente de transmisión para vacas sanas del hato (Roberson *et al.*, 1994). Estos clones de Sa han sido aislados de vaquillas tanto en el pre como post partum (Castelani *et al.*, 2013). Por lo tanto vaquillas recién paridas

e infectadas con clones de Sa pueden representar una importante fuente de contagio de Sa para vacas sanas durante la ordeña (Roberson *et al.*, 1994).

Adicionalmente, se ha encontrado que el clon de Sa patógeno en el predio A, ha sido diseminado posiblemente hacia el predio B mediante la adquisición de vaquillas de reemplazo (Capurro *et al.*, 2010a). De esta manera se incorpora al predio B un clon nuevo de Sa que puede encontrar muchas facilidades para diseminarse por su agresividad. Capurro *et al.*, 2010b reportaron que el clon de Sa dominante como causante de MC en predios lecheros de Suecia fue frecuentemente encontrado en muestras corporales de las vacas, especialmente en alopecias o heridas del corvejón, en el ambiente inmediato de las vacas, y algunas veces en otros grupos de animales especialmente vacas secas, vaquillas y terneras de 0 a 3 meses de edad.

3.3.5. Aproximación práctica a la prevención y control de mastitis en vaquillas

Diez intervenciones específicas a nivel predial según De Vlieghe *et al.*, (2012)

1. Optimizar el manejo de la salud mamaria para disminuir la presión de contagio entre ubres infectadas de vacas adultas y vaquillas;
2. Controlar en lo posible el chupeteo entre terneras en especial las que son hijas de madres crónicas con Sa;
3. Implementar un sistema eficiente de control de moscas;
4. Mantener vaquillas en el peri parto en ambientes limpios y separadas de vacas adultas – provea a este grupo de vaquillas más atención en relación a lo higiénico que al grupo de vacas adultas;
5. Evite cualquier deficiencia nutricional – monitoree vitamina A, E y selenio, zinc y cobre, cuando tenga cualquier duda. Recuerde que juegan un rol importante en prevención de MC;
6. Minimice los riesgos de balances energéticos negativos pre y post partum.
7. Reduzca la incidencia de edema de la ubre optimizando los manejos del peri partum;
8. Minimice el estrés peri partum;
9. Minimice las distocias y enfermedades del peri partum
10. Considere la desinfección de pezones antes del parto si las vaquillas paren junto a vacas adultas.

CONCLUSIONES

La mastitis en vaquillas amenaza la producción y la salud mamaria en la primera lactación cuando patógenos mayores como *Staphylococcus aureus* (Sa), son los causantes. Las vaquillas infectadas con Sa serán un riesgo para las vacas adultas no infectadas. La prevención en la gestación tardía y en el peri partum está actualmente basada en puntos críticos de control focalizados en disminuir la velocidad de contagio. Aún la patogénesis



de la enfermedad no es conocida completamente y riesgos específicos deberían ser identificados para optimizar los programas de prevención. En general, los *Staphylococcus Coagulasa Negativo* han sido identificados como causa predominante de infecciones intramamarias y mastitis clínica en el peri partum de vaquillas, mientras que *Stahylococcus aureus* y patógenos ambientales, causan la minoría de los casos de infecciones intramamarias. La mastitis clínica en vaquillas es típicamente causada por patógenos mayores como *Stahylococcus aureus*. El rol de *Staphylococcus Coagulasa Negativo* en mastitis clínica de vaquillas esta muy lejos de ser resuelto.

Estudios longitudinales que determinen el status de infecciones intramamarias y mediciones de inflamación requieren ser aclarados.

Tratamiento antibiótico pre partum puede ser implementado solo si se conoce la velocidad de contagio, el agente causante y por cortos periodos de tiempo, solo bajo supervisión de un especialista en epidemiología de la mastitis bovina.

Cuando es *Staphylococcus Coagulasa Negativo* el principal agente en el peri partum, el uso de antibióticos pre partum es injustificado.

En cambio, cuando es *Stahylococcus aureus* el principal agente en el peri partum, el uso de antibióticos pre partum se usa bajo supervisión veterinaria.

REFERENCIAS

- ANDERSEN, S., I. R. DOHOO, R. OLDE RIEKERINK, and H. STRYHN. 2010. Diagnosing intramammary infections: Evaluating expert opinions on the definition of intramammary infection using conjoint analysis. *J. Dairy Sci.* 93:2966–2975.
- BAVA, L.; ZUCALI, M.; BRASCA, M.; ZANINI, L.; SANDRUCCI, A. 2009. Efficiency of cleaning procedure of milking equipment and bacterial quality of milk. *Ital. J. Anim. Sci.*, 8, 387–389.
- BANNERMAN, T.L.; HANCOCK, G.A.; TENOVER, F.C.; MILLER, J.M. 1995. Pulsedfield Gel electrophoresis as a replacement for bacteriophage typing of *Staphylococcus aureus*. *J. Clin. Microbiol.* 33, 551–555.
- BARKEMA, H. W., Y. H. SCHUKKEN, and R. N. ZADOKS. 2006. Invited review: The role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine *Staphylococcus aureus* mastitis. *J. Dairy Sci.* 89:1877–1895.
- BARKEMA, H. W., M. J. GREEN, A. J. BRADLEY, and R. N. ZADOKS. 2009. Invited review: The role of contagious disease in udder health. *J. Dairy Sci.* 92:4717–4729.
- BARNOUIN, J., and M. CHASSAGNE. 2001. Predictive variables for the occurrence of early clinical mastitis in primiparous Holstein cows under field conditions in France. *Can. Vet. J.* 42:47–53.
- BEAUDEAU, F., V. DUCROCQ, C. FOURICHON, and H. SEEGER. 1995. Effect of disease on length of productive life of French Holstein dairy cows assessed by survival analysis. *J. Dairy Sci.* 78:103–117.
- BIDDLE, M. K., L. K. FOX, D. D. HANCOCK, C. T. GASKINS, and M. A. EVANS. 2004. Effects of storage time and thawing methods on the recovery of *Mycoplasma* species in milk samples from cows with intramammary infections. *J. Dairy Sci.* 87:933–936.

- CABRAL, K.G.; LÄ MMLER, C.; ZSCHÖCK, M.; LANGONI, H.; DE SÁ, M.E.P.; VICTÓRIA, C.; DA SILVA, A.V. 2004. Pheno and genotyping of *Staphylococcus aureus*, isolated from bovine milk samples from São Paulo State, Brazil. *Can. J. Microbiol.*, 50, 901–909.
- CAPURRO, A. ASPÁN, A. UNNERSTAD, H.E. WALLER, K.P. ARTURSSON, K. 2010a. Identification of potential sources of *Staphylococcus aureus* in herds with mastitis problems. *J. Dairy Sci.*, 93, 180–191.
- CAPURRO, A., A. ASPÁN, K. ARTURSSON, K. PERSSON WALLER. 2010b. Genotypic variation among *Staphylococcus aureus* isolates from cases of clinical mastitis in Swedish dairy cows. *The Veterinary Journal*, 185, 188–192.
- CASTELANI, L., A. F. SILVA SANTOS, and M. DOS SANTOS MIRANDA. 2013. Molecular Typing of Mastitis-Causing *Staphylococcus aureus* Isolated from Heifers and Cows. *nt. J. Mol. Sci.* 2013, 14, 4326-4333.
- COFFEY, E. M., W. E. VINSON, and R. E. PEARSON. 1986. Somatic cell counts and infection rates for cows of varying somatic cell count in initial test of first lactation. *J. Dairy Sci.* 69:552–555.
- COMPTON, C. W. R., C. HEUER, K. I. PARKER, and S. MCDOUGALL. 2007a. Epidemiology of mastitis in pasture-grazed peripartum dairy heifers and its effects on productivity. *J. Dairy Sci.* 90:4157–4170.
- DA COSTA, E. O., P. A. MELVILLE, and A. R. RIBEIRO. 1996. Prevalence of intramammary infections in primigravid Brazilian dairy heifers. *Prev. Vet. Med.* 29:151–155.
- DE VliegHER, S., H. W. BARKEMA, H. STRYHN, G. OPSOMER, and A. DE KRUIF. 2004a. Impact in dairy heifers of early lactation somatic cell count on somatic cell counts during the first lactation. *J. DairySci.* 87:3672–3682.
- DE VliegHER, S., H. W. BARKEMA, G. OPSOMER, A. DE KRUIF, and L. DUCHATEAU. 2005a. Association between somatic cell count in early lactation and culling of dairy heifers using Cox frailty models. *J. Dairy Sci.* 88:560–568.
- DE VliegHER, S., H. W. BARKEMA, H. STRYHN, G. OPSOMER, and A. DE KRUIF. 2005b. Impact of early lactation somatic cell count in heifers on milk yield over the first lactation. *J. Dairy Sci.* 88:938–947.
- DE VliegHER, S., R. N. ZADOKS, and H. W. BARKEMA. 2009. Heifer and CNS mastitis. *Vet. Microbiol.* 134:1–2.
- DE VliegHER, S., H. L. K. FOX, S. PIEPER, S. MCDOUGALL, and H. W. BARKEMA. 2012. Invited review: Mastitis in dairy Heifers: Nature of the disease, potential impact prevention, and control. *J. Dairy Sci.* 95:1025-1040.
- FOX, L. K. 2009. Prevalence, incidence and risk factors of heifer mastitis. *Vet. Microbiol.* 134:82–88.
- GRÖHN, Y. T., D. J. WILSON, R. N. GONZALEZ, J. A. HERTL, H. SCHULTE, G. BENNETT, and Y. H. SCHUKKEN. 2004. Effect of pathogen-specific clinical mastitis on milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:3358–3374.
- HAGNESTAM, C., U. EMANUELSON, and B. BERGLUND. 2007. Yield losses associated with clinical mastitis occurring in different weeks of lactation. *J. Dairy Sci.* 90:2260–2270.
- HUIJPS, K., S. DE VliegHER, T. LAM, and H. HOGVEEN. 2009. Cost estimation of heifer mastitis in early lactation by stochastic modeling. *Vet. Microbiol.* 134:121–127.
- KIRK, J. H., J. C. WRIGHT, S. L. BERRY, J. P. REYNOLDS, J. P. MAAS, and A. AHMADI. 1996. Relationship of milk culture status at calving with somatic cell counts and milk production of dairy heifers during early lactation on a Californian dairy. *Prev. Vet.*



- Med.28:187–198.
- MIDDLETON, J. R., L. L. TIMMS, R. BADER, J. LAKRITZ, C. D. LUBY, and B. J. STEEVENS. 2005. Effect of prepartum intramammary treatment with pirlimycin hydrochloride on prevalence of early first-lactation mastitis in dairy heifers. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 227:1969–1974.
- MCDOUGALL, S., K. E. AGNEW, R. CURSONS, X. X. HOU, and C. R. W. COMPTON. 2007a. Parenteral treatment of clinical mastitis with tylosin base or penethamate hydriodide in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 90:779–789.
- MCDOUGALL, S., D. G. ARTHUR, M. A. BRYAN, J. J. VERMUNT, and A. M. WEIR. 2007b. Clinical and bacteriological response to treatment of clinical mastitis with one of three intramammary antibiotics. *N.Z. Vet. J.* 55:161–170.
- MYLLYS, V., and H. RAUTALA. 1995. Characterization of clinical mastitis in primiparous heifers. *J. Dairy Sci.* 78:538–545.
- NYMAN, A. K., T. EKMAN, U. EMANUELSON, A. H. GUSTAFSSON, K. HOLTENIUS, K. P. WALLER, and C. H. SANDGREN. 2007. Risk factors associated with the incidence of veterinary-treated clinical mastitis in Swedish dairy herds with a high milk yield and a low prevalence of subclinical mastitis. *Prev. Vet. Med.* 78:142–160.
- OLIVER, S. P., and B. A. MITCHELL. 1983. Intramammary infections in primigravid heifers near parturition. *J. Dairy Sci.* 66:1180–1183.
- OLTENACU, P. A., and I. EKESBO. 1994. Epidemiological study of clinical mastitis in dairy cattle. *Vet. Res.* 25:208–212.
- PIEPERS, S., G. OPSOMER, H. W. BARKEMA, A. DE KRUIF, and S. DE VLIEGHER. 2010. Heifers infected with coagulase-negative staphylococci in early lactation have fewer cases of clinical mastitis and higher milk production in their first lactation than non-infected heifers. *J. Dairy Sci.* 93:2014–2024.
- PIESSENS, V., K. SUPRÉ, M. HEYNDRIKX, F. HAESEBROUCK, S. DE VLIEGHER, and E. VAN COILLIE. 2010. Validation of amplified fragment length polymorphism genotyping for species identification of bovine associated coagulase-negative staphylococci. *J. Microbiol. Methods* 80:287–294.
- PARKER, K. I., C. W. COMPTON, F. M. ANNISS, C. HEUER, and S. MC- DOUGALL. 2008. Quarter-level analysis of subclinical and clinical mastitis in primiparous heifers following the use of a teat sealant or an injectable antibiotic, or both, precalving. *J. Dairy Sci.* 91:169–181.
- PASSCHYN, P., S. PIEPERS, L. DE MEULEMEESTER, F. BOYEN, F. HAESEBROUCK, and S. DE VLIEGHER. 2011. Between-herd prevalence of *Mycoplasma bovis* in bulk milk in Flanders, Belgium. *Res. Vet. Sci.* doi:10.1016/j.rvsc.2011.03.016.
- PANKEY, J. W., P. A. DRECHSLER, and E. E. WILDMAN. 1991. Mastitis prevalence in primigravid heifers at parturition. *J. Dairy Sci.* 74:1550–1552.
- PARADIS, M.-È., É. BOUCHARD, D. T. SCHOLL, F. MIGLIOR, and J.-P. ROY. 2010. Effect of nonclinical *Staphylococcus aureus* or coagulase-negative staphylococci intramammary infection during the first month of lactation on somatic cell count and milk yield in heifers. *J. Dairy Sci.* 93:2989–2997.
- PARK, J. Y., L. K. FOX, K. S. SEO, M. A. MCGUIRE, Y. H. PARK, F. R. RURANGIRWA, W. M. SISCHO, and G. A. BOHACH. 2011. Comparison of phenotypic and genotypic methods for the species identification of coagulase-negative staphylococcal isolates

- from bovine intramammary infections. *Vet. Microbiol.* 147:142–148.
- PERSSON WALLER, K., B. BENGTSSON, A. LINDBERG, A. NYMAN, and H. E. UNNERSTAD. 2009. Incidence of mastitis and bacterial findings at clinical mastitis in Swedish primiparous cows—Influence of breed and stage of lactation. *Vet. Microbiol.* 134:89–94.
- PIEPERS, S., L. DE MEULEMEESTER, A. DE KRUIF, G. OPSOMER, H. W. BARKEMA, and S. DE VliegHER. 2007. Prevalence and distribution of mastitis pathogens in subclinically infected dairy cows in Flanders, Belgium. *J. Dairy Res.* 74:478–483.
- PIEPERS, S., S. DE VliegHER, A. DE KRUIF, G. OPSOMER, and H. W. BARKEMA. 2009a. Impact of intramammary infections in dairy heifers on future udder health, milk production, and culling. *Vet. Microbiol.* 134:113–120.
- PIEPERS, S.; OPSOMER, G.; BARKEMA, H.W.; DE KRUIF, A.; DE VliegHER, S. 2010. Heifers infected with coagulase-negative staphylococci in early lactation have fewer cases of clinical mastitis and higher milk production in their first lactation than noninfected heifers. *J. Dairy Sci.*, 93, 2014–2024.
- RUPP, R., and D. BOICHARD. 2000. Relationship of early first lactation somatic cell count with risk of subsequent first clinical mastitis. *Livest. Prod. Sci.* 62:169–180.
- RAJALA-SCHULTZ, P. J., Y. R. GRÖHN, C. E. MCCULLOCH, and C. L. GUARD. 1999. Effects of clinical mastitis on milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:1213–1220.
- ROBERSON, J. R., L. K. FOX, D. D. HANCOCK, J. M. GAY, and T. E. BESSER. 1994a. Coagulase-positive *Staphylococcus* intramammary infections in primiparous dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77:958–969.
- ROY, J. P., D. FRANCOZ, and O. LABRECQUE. 2008. Mastitis in a 7-week old calf caused by *Mycoplasma bovis*. *Vet. J.* 176:403–404.
- SCHALM, O. W. 1942. *Streptococcus agalactiae* in the udder of heifers at parturition traced to sucking among calves. *Cornell Vet.* 32:39–60.
- SENO, N., and R. AZUMA. 1983. A study on heifer mastitis in Japan and its causative microorganisms. *Natl. Inst. Anim. Health Q. (Tokyo)* 23:82–91.
- SAMPIMON, O. C., B. H. VAN DEN BORNE, I. SANTMAN-BERENDS, H. W. BARKEMA, AND T. J. G. M. LAM. 2010. Effect of coagulase-negative staphylococci on somatic cell count in Dutch dairy herds. *J. Dairy Res.* 77:318–324.
- SAMPIMON, O. C., R. N. ZADOKS, S. DE VliegHER, K. SUPRÉ, F. HAESEBROUCK, H. W. BARKEMA, J. SOL, and T. J. G. M. LAM. 2009b. Performance of API Staph ID 32 and Staph-Zym for identification of coagulase-negative staphylococci isolated from bovine milk samples. *Vet. Microbiol.* 136:300–305.
- SMITH, E.M.; GREEN, L.E.; MEDLEY, G.F.; BIRD, H.E.; DOWSON, C.G. 2005. Multilocus sequence typing of *Staphylococcus aureus* isolated from high-somatic-cell-count cows and the environment of an organic dairy farm in the United Kingdom. *J. Clin. Microbiol.* 43, 4731–4736.
- STOTT, A. W., and J. O. KENNEDY. 1993. The economics of culling dairy cows with clinical mastitis. *Vet. Rec.* 133:494–499.
- SU, C.; HERBELIN, C.; FRIEZE, N.; SKARDOVA, O.; SORDILLO, M. 1999. Coagulase gene polymorphism of *Staphylococcus aureus* isolates from dairy cattle in different geographical areas. *Epidemiol. Infect.*, 122, 329–336.
- SUPRÉ, K., F. HAESEBROUCK, R. N. ZADOKS, M. VANEECHOUTTE, S. PIEPERS, and S. DE VliegHER. 2011. Some CNS species are affecting udder health more than others. *J. Dairy Sci.* 94:2329–2340.



- TRINIDAD, P., S. C. NICKERSON, and T. K. ALLEY. 1990. Prevalence of intramammary infection and teat canal colonization in unbred and primigravid dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 73:107–114.
- TUCKER, H. A. 1987. Quantitative estimates of mammary growth during various physiological states: A review. *J. Dairy Sci.* 70:1958–1966.
- WAAGE, S., H. R. SKEI, J. RISE, T. ROGDO, S. SVILAND, and S. A. ØDE- GAARD. 2000. Outcome of clinical mastitis in dairy heifers assessed by re-examination of cases one month after treatment. *J. DairySci.* 83:70–76.
- ZADOKS, R.; VAN LEEUWEN, W.; BARKEMA, H.; SAMPIMON, O.; VERBRUGH, H.; SCHUKKEN, Y.H.; VAN BELKUM, A. 2000. Application of pulsed-field electrophoresis and binary typing as tools in veterinary clinical microbiology and molecular analysis of bovine and human *Staphylococcus aureus* isolates. *Infect. Immun.* 38,1931–1939.



CONFERENCIAS II



COMO LOGRAR UNA BUENA LOCOMOCION EN VACAS LECHERAS A PASTOREO.

J. Borkert

Borkert y Cía. Ltda. Osorno, Chile. E-mail: jborkert@cuidatuvaca.com

INTRODUCCIÓN

El sistema locomotor en cualquier especie animal es fundamental, para la vida. Una limitación en su capacidad de desplazamiento, trae consecuencias sobre el bienestar animal, la nutrición, reproducción, producción y valor económico del individuo. En los sistemas pastoriles el principio se basa en que son las vacas quienes diariamente se trasladan desde y hacia la sala de ordeña para cosechar el alimento que será transformado posteriormente en leche. Bajo esta perspectiva observamos una vaca lechera sometida a presiones de alta producción, por lo que mantener su sistema de locomoción en óptimas condiciones, es un desafío para el productor, debido fundamentalmente a que los animales están en ambientes no naturales, altamente agresivos para la salud de sus extremidades y que tienen consecuencias significativas en los resultados económicos de la explotación.

Las causas de cojeras en las vacas lecheras manejadas bajo condiciones pastoriles se asocian predominantemente a traumas que se producen producto de largas caminatas que adelgazan las suelas haciéndolas más susceptibles de sufrir lesiones. Adicionalmente un pobre diseño de caminos donde estos no son de uso exclusivo para vacas con una pobre mantención son muy importantes. También juega un rol determinante la impaciencia del personal, este debe ser el más idóneo y capacitado para manejar de manera tranquila a nuestros animales. Ya que arreos apurados, acciones repentinas que los asusten pueden generar resbalones, caídas y giros bruscos terminando en lesiones de las pezuñas.

En sistemas pastoriles similares a los nuestros como Nueva Zelanda sobre el 40% de las cojeras se asocian con el movimiento del ganado sobre los caminos y otro 24% de cojeras lo asocian con el manejo durante la ordeña.

Realidad del sur de Chile

Las condiciones del medio ambiente o las superficies del piso donde transitan las vacas diariamente, como la infraestructura de la sala de ordeña y patios contiguos, callejones o caminos, que incrementan la posibilidad que las piedras u otro material impacten la pezuña produciendo lesiones.

En un estudio realizado por Tadich *et al.* (2005) en 50 rebaños del sur de Chile los autores pudieron observar que las cuatro lesiones más frecuentes en la Décima Región fueron las deformaciones crónicas de la pezuña, las lesiones de la línea blanca, lesiones de la muralla y doble suela. En el ítem Otras, se agruparon aquellas patologías con una prevalencia $\leq 4\%$ como lesión traumática de la suela que no afectaba la línea blanca (3,8%), absceso de rodete coronario (3,7%), callo interdigital (3,7%), erosión de talón (3,4%), lesiones por sobre el rodete coronario (1,9%),

absceso de tercera falange (1,1%), *foot-rot* (1%), dedo amputado (0,2%) y fístula plantar (0,2%). Otro estudio realizado en el sur del país indica que la prevalencia de cojeras fue de un 9,2%. Las cuatro lesiones más frecuentes fueron enfermedad de la línea blanca (68,2%), úlcera (41,3%), doble suela (27,5%) y sobre crecimiento (24,6%) (Borkert, 2011). Los factores que predisponen a la presentación de la enfermedad de la línea blanca son impacto mecánico, laminitis o aporte deficitario de vitaminas, minerales y elementos traza (reduciendo la calidad del tejido córneo formado), periodos prolongados de pie sobre superficies duras (la combinación de la sobrecarga sobre superficies duras y la debilidad del aparato suspensor produce estiramiento, elongación, hemorragia e inflamación en dicha zona).

Con respecto a la gravedad de las lesiones encontradas, un 53,4% tuvieron una claudicación cojera leve, y el otro 46,6% presentó cojeras moderada a grave, esto impide a las vacas desarrollar su actividad productiva con normalidad. Este aspecto es importante desde el punto de vista del bienestar animal porque demuestra que no existe una preocupación por la vaca coja hasta que esta cojera clínica es muy notoria. De esta forma, al momento de tratar la vaca ya ha disminuido su producción de leche y además ha sufrido un estrés importante, producto del dolor. Un bovino que presente alguna afección podal, por leve que esta sea, no estará completamente apto para desplazarse libre y cómodamente y así seleccionar su alimento, en el supuesto que se encuentre a pastoreo, o competir por él en caso de permanecer en confinamiento (Tadich *et al.*, 2005).

Las vacas con cojeras crónicas permanecen la mayor parte del tiempo echadas, pierden peso y disminuyen la producción de leche entre un 20% a un 50%, además de los problemas reproductivos relacionados con la falla en la detección de estros. En condiciones extremas una vaca puede reducir su consumo de alimento y agua para evitar dolor durante su desplazamiento. La disminución en la producción de leche comienza antes de que la cojera sea detectada clínicamente y se mantiene por varios meses posterior al tratamiento de la vaca. Por estos motivos es importante detectar y tratar a las vacas cojas lo más temprano posible, para así evitar los perjuicios anteriormente descritos. (Tadich *et al.*, 2005)

Manejo de caminos.

La mejor superficie para que caminen las vacas es probablemente la pradera, pero las praderas no soportan el tráfico permanente de un grupo de vacas, especialmente en clima lluvioso como en el sur de Chile. Es por esto que la mayoría de los rebaños grandes a pastoreo necesitarán caminos para vacas en buen estado.

El modo en que se desplazan las vacas y su conducta suelen ser los mejores indicadores de la calidad del suelo. Las vacas son animales de rebaño que prefieren moverse en grupos, a menudo en una sola fila a un ritmo de paso ligero similar a nuestra caminata. En condiciones normales la vaca coloca la pezuña trasera muy próximo a la huella dejada por la pezuña delantera del mismo lado. Cuando la superficie del suelo pierde adherencia o las pezuñas están dañadas, la vaca tiende a disminuir la amplitud el paso y a caminar más lento con la cabeza más baja (Callejos, 2009). El barro y el agua evitan que las vacas puedan ver la superficie por donde se desplazan y evitar objetos o superficies que puedan dañar sus pezuñas. Permitir que



las vacas caminen a su ritmo puede en parte disminuir los efectos de un mal camino. Las vacas clínicamente cojas tienden a agruparse en la parte posterior del grupo, por lo que ellas son más susceptibles de ser alteradas por un arreador impaciente. Las vacas se moverán más rápido en caminos amigables para ellas, disminuyendo el riesgo de lesiones en las pezuñas. (Greenough, 2007)

En climas lluviosos la falta de drenaje lleva a una excesiva acumulación de barro que contribuye a un ablandamiento de las pezuñas. Generalmente las superficies por donde transitan la maquinaria agrícola y los vehículos en el predio son incompatibles con los caminos por donde transitan las vacas e idealmente estos caminos deberían mantenerse por separado (Greenough, 2007).

En un estudio realizado por Hettich *et al.* (2007), la presencia de caminos de concreto a diferencia de caminos de ripio, maicillo y/o tierra se asoció a un aumento de las prevalencias de cojeras. El concreto es una superficie abrasiva, y por lo tanto causa un rápido desgaste de la pezuña de los animales con el consecuente daño. Por lo tanto, los animales se encuentran más propensos a desarrollar problemas pódales. Sin embargo, hay que considerar la posibilidad de que en aquellos predios en que existían altas prevalencias de cojeras se haya optado por el uso de este tipo de caminos como una forma de revertir esa situación.

Manejo en patio espera.

Los suelos duros, resbaladizos o húmedos aumentan el riesgo de cojera. El estuche corneo de la pezuña es una estructura higroscópica, por lo que el agua reblandece el estuche corneo disminuyendo la resistencia y aumentando el riesgo de cojeras. (Callejos, 2009)

Los tiempos de espera prolongados obliga a los animales a permanecer mucho tiempo de pie aumentando el riesgo de cojera. Es importante destacar que el tiempo de espera de las vacas sobre el concreto no debería ser mayor a 2-3 horas por día.

El área de transición entre el camino y el patio de espera necesita de especial atención. El problema es que el material como la arena y pequeñas piedras puede ser llevado por las vacas desde el camino al patio donde posteriormente pueden ser pisadas por ellas mismas.

Las vacas necesitan al menos 1,6 mt² por vaca para estar cómodas en el patio de espera (Tadich *et al.*, 2014). Es necesario poner atención al uso de arreadores eléctricos que pueden llevar a apretar a los animales de forma excesiva lo que aumentara el riesgo de presentación de cojeras.

La paciencia y tranquilidad también es importante en el patio de espera. Forzar a las vacas a girar y frenar bruscamente en el concreto aumentara el desgaste en las pezuñas incrementando el riesgo de lesión.

Técnica de recorte y capacitación

Cuando nos referimos al recorte de pezuñas es necesario observarlo como algo inherente al sistema de producción lechero e incorporarlo como tal. El solo pensar que las vacas para cosechar su alimento deben realizar a lo menos dos caminatas

diarias implica a que sus pezuñas deban estar en óptimas condiciones. Ahora bien, hay que considerar algunos factores relevantes al respecto como tipo de superficie por donde caminan las vacas, la distancia recorrida, época del año, por mencionar algunas. Esto influirá directamente sobre la relación crecimiento desgaste de la pezuña y por lo tanto dará la pauta de qué tipo de recorte será necesario realizar. Lamentablemente en muchos predios se realizan malos recortes de pezuñas donde la principal falencia es un recorte excesivo sin respetar la longitud de la pezuña exponiendo incluso en algunos casos el corion (tejido sumamente inervado e irrigado). El recorte como tal debe perseguir como principio repartir lo más uniformemente posible las cargas de peso a través de las pezuñas por lo que muchas veces no es necesario recortar y rebajar todas las pezuñas sino solo aquellas que están siendo más sobrecargadas. Desde el punto de vista de la medicina preventiva es necesario realizar un recorte de pezuñas funcional de todas las vacas al momento del secado de manera que para la próxima lactancia sus pezuñas lleguen en óptimas condiciones. Al momento del secado es sorprendente la cantidad de vacas que se encuentran con lesiones al trabajarlas por el brete que no necesariamente presentan una cojera al desplazarse. También debemos considerar que este es el momento más oportuno para tomar decisiones de eliminación de vacas crónicas y favorece la recuperación de aquellas vacas tratadas durante la lactancia (Borkert y Galleguillos, 2015).

REFERENCIAS

- BORKERT J. 2011. Prevalence of lameness in 20.958 cows and the type of claw lesion in 1.929 lame cows from 47 dairy herds in southern Chile. 16th International Symposium and 8th International Conference on Lameness in Ruminants. p 127, Rotorua, New Zealand.
- BORKERT J. Y GALLEGUILLOS F. 2015. Salud Podal. Consorcio Lechero.
- CALLEJOS A. 2009. Cow Comfort El Bienestar de la vaca lechera. Editorial Servet, España
- GREENOUGH P. 2007. Bovine laminitis and lameness. Sounder Elsevier
- TADICH, N.; HETTICH, E. Y VAN SCHAİK, G. 2005. Prevalencia de cojeras en vacas de 50 rebaños lecheros del sur de Chile. *Arch. med. vet.*, vol.37, n.1 pp. 29-36 .
- TADICH, N.; SEPÚLVEDA, P. Y TADICH, T. 2014. Protocolo de bienestar animal para el sector lechero. Consorcio Lechero.
- HETTICH, E.; HINOSTROZA, M.F.; VAN SCHAİK, G. Y TADICH, N. 2007. Factores asociados a la presentación de cojeras en 50 rebaños lecheros de la X Región, Chile. *Arch. med. vet.*, vol.39, N° 3: 247-253



USO DE TERMOGRAFÍA INFRARROJA PARA LA DETECCIÓN DE COJERAS EN VACAS LECHERAS

Use of infrared thermography for lameness detection in dairy cows

A. Rodríguez M., M.V., MSc.

Programa de Doctorado en Ciencias Agrarias. Facultad de Ciencias Agrarias.
Universidad Austral de Chile. Independencia 631.

E-mail: alfredo.rodriguez@postgrado.uach.cl

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las cojeras representan uno de los tres problemas de salud más importantes que afectan al sector lechero, limitando la productividad de la vaca y afectando su bienestar animal (O'Callaghan, 2002; Espejo *et al.*, 2006; Shearer *et al.*, 2013; Fabian *et al.*, 2014). De acuerdo con información proporcionada por el INE y ODEPA, solo en producción láctea se generan pérdidas anuales para el país aproximadas a los US\$ 30 millones. No obstante, su impacto económico se acrecienta aún más al considerar las alteraciones de los parámetros reproductivos (Hernández *et al.*, 2005; Walker *et al.*, 2008), condición corporal (Espejo *et al.*, 2006; Bicalho *et al.*, 2009), eliminación temprana del rebaño (Bicalho *et al.*, 2007; Machado *et al.*, 2010) y mayores costos por tratamientos (Kossaibati y Esslemont, 1997; Bruijn *et al.*, 2012).

Desafortunadamente, a pesar de los esfuerzos realizados este problema continúa siendo subvalorado por los productores lecheros. Estudios realizados en Europa (Leach *et al.*, 2010; Leach *et al.*, 2012), indican que la falta de inclusión de las cojeras dentro de la pauta de pago establecida por la industria, así como también de métodos de detección objetivos, hace que los productores enfoquen su tiempo, mano de obra y recursos financieros a otros problemas de salud que involucran costos visibles e inmediatos, lo cual se extrapola a la realidad nacional.

Prevalencia de cojeras

A nivel mundial, la frecuencia de presentación de cojeras en los rebaños lecheros es excesivamente alta. Estudios recientes muestran que la prevalencia de cojeras en Estados Unidos oscila entre 31% a 55% (Von Keyserlingk *et al.*, 2012), 28,5% en Canadá (Ito *et al.*, 2010), ~38% en Reino Unido (Barker *et al.*, 2010; Main *et al.*, 2012), 34% en Alemania (Dippel *et al.*, 2009), ~30% en Austria (Dippel *et al.*, 2009; Kofler *et al.*, 2013), 15% en Suiza (Becker *et al.*, 2014), 30% en Holanda (Sommer *et al.*, 2003), 14% en Israel (Van Hertem *et al.*, 2014), 31% en China (Chapinal *et al.*, 2014) y 8,1% en Nueva Zelanda (Fabian *et al.*, 2014). En Chile, estudios realizados por Galleguillos y Borkert (2013) y Tadich *et al.* (2010) indican que la prevalencia de cojeras en las zonas central y sur respectivamente, es similar a la observada en países europeos (entre un 21,6 y 33,2%).

Importancia de la detección temprana de vacas con cojeras

Las cojeras corresponden a una desviación de la marcha, en respuesta al dolor e inflamación producido en el 90% de los casos por diferentes lesiones que afectan a las pezuñas (O'Callaghan, 2002). Dicho de otra forma la cojera es un síntoma y no una enfermedad. Esto es de gran relevancia ya que los modelos de nocicepción actuales indican que un cuadro doloroso agudo no tratado favorecería el paso hacia dolor crónico. Esta transición involucra una serie de cambios bioquímicos y fenotípicos (neuroplasticidad) a nivel de sistema nervioso central, los cuales son responsables de la refractoriedad a la mayoría de los tratamientos convencionales (Voscopoulos y Lema, 2010; McGreevy *et al.*, 2011). Estudios recientes utilizando biomarcadores sanguíneos específicos de dolor (Rodríguez, 2014; Bustamante *et al.*, 2015), indican que aquellas vacas con cojeras severas estarían sufriendo cuadros dolorosos crónicos de tipo neuropático. Haciendo un paralelismo inter especies, este tipo de dolor es similar al que padece un paciente humano con cáncer o dolor pélvico crónico, resultando al igual que en estos últimos, en una constante incomodidad y sufrimiento.

Evaluación diagnóstica de cojeras

El comportamiento del ganado cojo puede ser medido indirectamente a través de métodos subjetivos y objetivos. La utilización de métodos subjetivos principalmente ha sido desarrollada para el uso rutinario en las lecherías y se basa en la evaluación de parámetros conductuales, los cuales muchas veces debido al comportamiento “estoico” de los bovinos no son detectados. En la actualidad el método más empleado en los planteles corresponde a la evaluación visual de alguno de los componentes de la marcha. En este contexto, existen varios esquemas disponibles, no obstante todos tienen el inconveniente de que al ser una medida subjetiva pueden existir diferencias entre los observadores (Amory *et al.*, 2006). Además, según Tadich *et al.* (2010) este tipo de sistemas no son lo suficientemente sensibles para detectar todas las lesiones y el posible malestar que sufren las vacas. Por su parte, la utilización de métodos objetivos trata esta problemática ya que emplea unidades de medición estandarizadas que permiten establecer una aproximación real y más precisa del dolor que sienten los animales (Millman, 2013).

Termografía infrarroja

La termografía infrarroja (TIR), es una técnica no invasiva que permite detectar la radiación infrarroja emitida por la superficie de un objeto generando una representación gráfica de ésta denominada termograma, en la cual, el gradiente de colores refleja diferencias en el calor emitido (Eddy *et al.*, 2001; Alsaad y Büscher, 2012; Stokes *et al.*, 2012). En una escala de colores, las superficies con mayores temperaturas son visualizadas en tono blanco y rojo mientras que aquellas con menores temperaturas son visualizadas en celeste y azul. La literatura existente indica que la TIR ha sido utilizada tanto en humanos como animales ya que permite evaluar cambios en la temperatura corporal, los cuales son determinados por el flujo sanguíneo y la tasa metabólica de cada tejido (Eddy *et al.*, 2001). En animales, los primeros estudios fueron realizados en equinos permitiendo la detección de procesos



inflamatorios asociados a cojeras como, laminitis y abscesos soleares (Purohit y McCoy, 1980; Turner, 1991). En vacas lecheras, ha sido utilizada principalmente para detectar enfermedades infecciosas como diarrea viral bovina (Schaefer *et al.*, 2004), complejo respiratorio bovino (Schaefer *et al.*, 2007; Schaefer *et al.*, 2012), fiebre aftosa (Rainwater-Lovett *et al.*, 2009) y mastitis clínica (Polat *et al.*, 2010). No obstante, también ha sido utilizada para evaluar estrés (Stewart *et al.*, 2007). En cuanto a cojeras, existen 11 trabajos publicados a la fecha (Tabla 1), los cuales se han enfocado en evaluar termográficamente la temperatura de las pezuñas para la identificación y manejo del ganado afectado por diferentes lesiones podales, obteniendo amplias diferencias en sus resultados.

Tabla 1. Revisión de la literatura publicada que ha utilizado termografía infrarroja para la detección de vacas lecheras con cojeras.

Estudio	Área de interés	Vista
Nikkhah <i>et al.</i> , 2005	Rodete coronario	Anterior
Rainwater-Lovett <i>et al.</i> , 2009	Desde la base hasta la parte superior de la pezuña	Anterior
Gloster <i>et al.</i> , 2011	Rodete coronario	Anterior, posterior, lateral y medial
Alsaad y Büscher, 2012	Rodete coronario	Anterior
Main <i>et al.</i> , 2012 ¹	Ambas pezuñas de los miembros posteriores	Posterior
Stokes <i>et al.</i> , 2012	Área de piel posterior a los talones y bajo los dedos accesorios	Posterior
Alsaad <i>et al.</i> , 2014	Rodete coronario	Lateral y medial
Oikonomou <i>et al.</i> , 2014	Área solar de ambas pezuñas	Suela
Wilhelm <i>et al.</i> , 2014	Área solar de ambas pezuñas	Suela
Wood <i>et al.</i> , 2015 ¹	Área de piel posterior a los talones y bajo los dedos accesorios	Posterior
Alsaad <i>et al.</i> , 2015	Rodete coronario	Lateral y medial

¹ Autores que han reportado el uso de termómetros infrarrojos

Nikkhah *et al.* (2005) en vacas con cojera clínica, reportaron un aumento en la temperatura de la banda coronaria de vacas en lactancia temprana/media (≤ 200 días de lactancia) en comparación a vacas en lactancia tardía (>200 días de lactancia). Los autores de este trabajo concluyen que el aumento de temperatura de la banda coronaria estaría relacionado con la incidencia de úlceras soleares, mas no

de erosión de talones. Por lo tanto, el uso de TIR en la lactancia temprana podría ser de utilidad para monitorear el estado de salud podal de las vacas. De manera similar, Alsaad y Büscher (2012) indican que TIR fue efectiva en detectar aumentos de temperatura en los miembros posteriores de vacas con lesiones. Sin embargo, señalan que existen posibles fuentes de variación como el estado de lactancia y la temperatura ambiental. Por su parte, Stokes *et al.* (2012), demostraron la efectividad de TIR en detectar cambios en la superficie plantar de la cuartilla en vacas con lesiones podales, aunque señalan que esta técnica no permitiría diferenciar entre distintos tipos de lesiones. Esta información concuerda con los resultados obtenidos por Olivares (2014), en 75 vacas lecheras pertenecientes a 14 lecherías del sur de Chile, las cuales fueron seleccionadas sobre la base de un puntaje de locomoción 3 (Sprecher *et al.*, 1997) y la presencia de lesiones como enfermedad de la línea blanca, hemorragia plantar, úlcera solear y erosión de talones. El principal hallazgo de este trabajo fue demostrar que lesiones podales con alta prevalencia en nuestro país y mismo puntaje de locomoción no generan cambios de temperatura asociados a inflamación que permitan diferenciar entre estos tipos de lesiones. En otro estudio realizado en Chile, Rodríguez (2014) evaluó termográficamente los miembros posteriores de un total de 120 vacas lecheras en 17 lecherías ubicadas en las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Los animales de ese estudio fueron seleccionados en base a su puntaje de movilidad (DairyCo; Reader *et al.*, 2011) indistintamente del tipo de lesión podal que presentaran. Para la evaluación termográfica, dada la escasez de información al momento de la realización del experimento, se propuso la implementación de un protocolo que consideró el uso de cuatro vistas termográficas (anterior, posterior, lateral y suela; Figura 1). Los resultados de este experimento (Tabla 2) indican claras diferencias en la temperatura de la pezuña en todas las vistas evaluadas entre las vacas control (MS 0) y aquellas afectadas por cojeras severas (MS 3). Sin embargo, en aquellos animales con movilidad imperfecta (MS 1) y alterada (MS 2) la temperatura de la pezuña no mostró incrementos significativos, a pesar de la presencia de lesiones, lo cual indicaría que el uso de termografía debe ser complementario a otros métodos de detección.

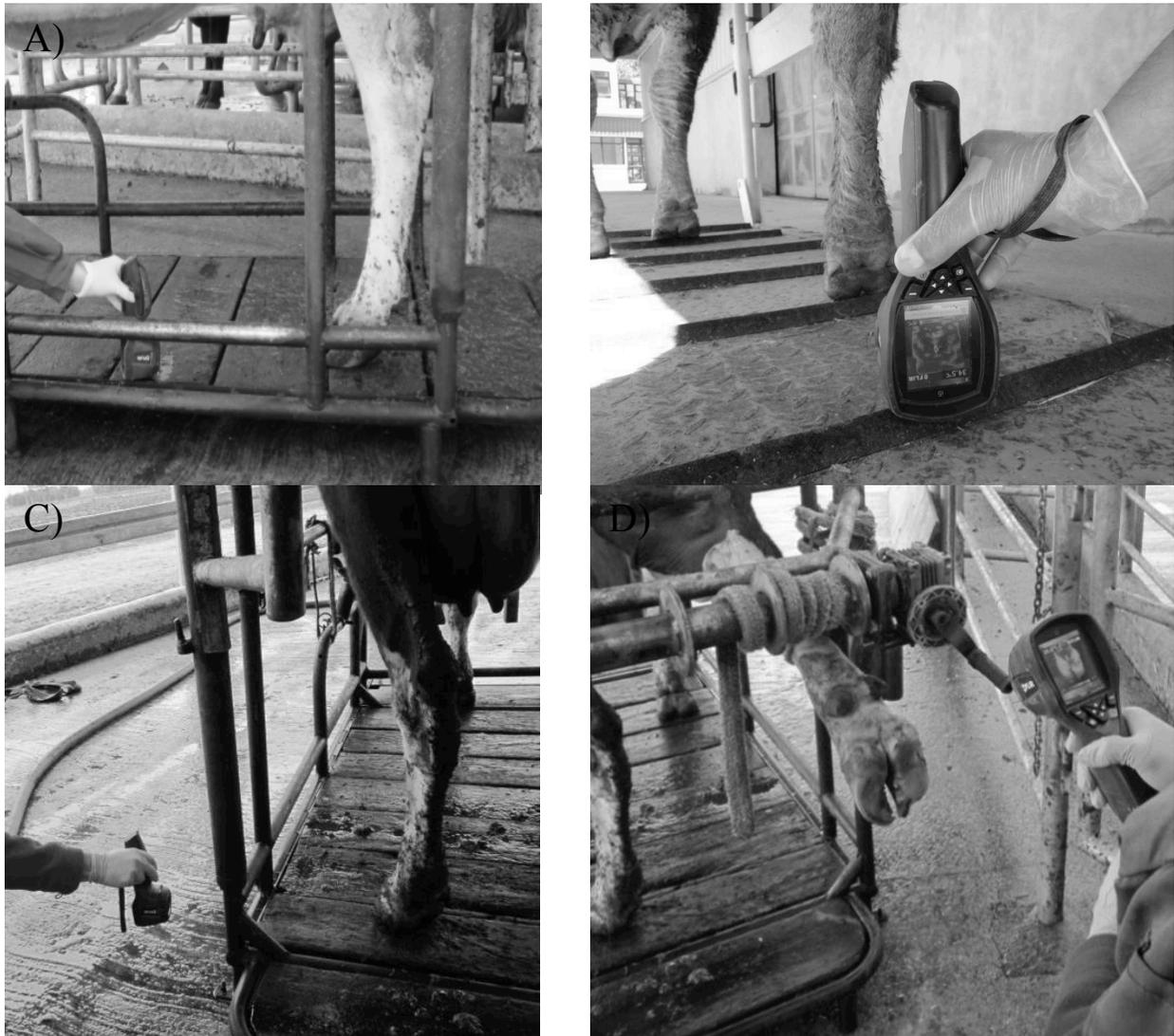


Figura 1. Imagen representativa de las vistas y técnica usada para las termografías. Las vistas evaluadas corresponden a: (A) anterior, (B) posterior, (C) lateral y (D) suela. Luego del lavado y secado de los miembros, un tiempo de espera de 5 minutos debe ser establecido para permitir que la irrigación de a pezuña regrese a su estado prelavado. La obtención de los termogramas debe ser realizada a una distancia de 40 cm de la superficie de la pezuña. El valor de emisividad utilizado para las mediciones corresponde a 0,95.

Tabla 2. Temperatura de las diferentes vistas de la pezuña agrupadas por

Puntaje de movilidad ¹	Termograma							
	Anterior		Posterior		Lateral		Suela	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS	Media	DS
0	21,1 ^{a, z}	4,91	20,2 ^{a, z}	5,12	19,7 ^{ab, z}	4,19	16,5 ^{b, z}	3,66
1	24,1 ^{a, yz}	5,29	23,2 ^{a, yz}	5,27	21,4 ^{ab, yz}	4,17	18,9 ^{b, yz}	3,81
2	24,3 ^{a, yz}	5,07	24,8 ^{a, y}	3,76	22,4 ^{a, y}	3,76	18,8 ^{b, yz}	3,53
3	24,7 ^{ab, y}	4,83	25,9 ^{a, y}	5,19	21,7 ^{bc, yz}	3,96	20,1 ^{c, y}	4,22

puntaje de movilidad.

¹ Numero de vacas por cada grupo (n = 30).

^{a-c} Medias dentro de una fila con letras distintas difieren ($P < 0.001$).

^{y-z} Medias dentro de una columna con letras distintas difieren ($P < 0.05$).

Otro aspecto relevante en la utilización de termografía, tiene relación con la evaluación de su exactitud como herramienta de diagnóstico. Para evaluar dicha capacidad es necesario establecer un valor de corte basado en los datos termográficos y la ocurrencia real de una lesión (gold standard visual). Esto puede ser realizado utilizando curvas ROC, las cuales permiten la obtención de distintos umbrales de temperatura basados en la sensibilidad y especificidad de la técnica. Es importante tener en consideración que la sensibilidad (**SE**, tasa de verdaderos positivos = vacas con lesiones) y especificidad (**SP**, tasa de verdaderos negativos = vacas sanas) son co-dependientes. Por lo tanto, en la medida que el umbral de temperatura aumenta la sensibilidad disminuye mientras que la especificidad se incrementa. De esta forma dependiendo del objetivo propuesto, el umbral de temperatura puede ser ajustado para determinar la sensibilidad y especificidad óptima en cada caso. Por ejemplo, en rebaños con una alta prevalencia de lesiones podales puede ser de mayor utilidad identificar las vacas sanas para lo cual se requeriría un umbral de temperatura que tenga una alta especificidad.

Los resultados obtenidos por Alsaad y Büscher (2012), indican que para la vista anterior las vacas con lesiones presentan un aumento de temperatura de 0,64°C (SE= 85,7% y SP= 55,9%) tres días previo despálme y de 1,09°C (SE= 80,82% y SP= 55,9%) tres días post despálme. Estos autores concluyen que las diferencias observadas entre pezuñas sanas y con lesiones, hacen de la TIR una herramienta útil para la detección de lesiones podales sin la necesidad de realizar un examen clínico. Para la vista posterior, Stokes *et al.* (2012) establecieron un umbral de temperatura de 27°C para la detección de lesiones podales en vacas con las pezuñas sucias, con una SE de 80% y una SP de 73%. En contraste, Main *et al.* (2012) utilizando un termómetro infrarrojo, evaluaron la vista posterior obteniendo un umbral de temperatura de 25,5°C con SE de 72% y SP de 73%. No obstante hubo una gran variación entre los predios con respecto a la temperatura de los pies con y sin lesiones. Por este motivo, la utilización de un equipo de bajo costo (termómetro infrarrojo) debiera estar limitada solo para monitorear casos individuales dentro de un



rebaño. En nuestro país, Rodríguez (2014) reportó distintos umbrales de temperatura para las vistas anterior, posterior, lateral y suela, los cuales son resumidos en la Tabla 3. En términos generales, el principal hallazgo de este trabajo fue que el uso de TIR permite la identificación temprana de vacas con cojeras (MS 1) (Tabla 3).

Tabla 3. Umbral de temperatura de la pezuña para vacas con distinto puntaje de movilidad determinado por el análisis de la curva característica operativa del receptor (ROC).

Puntaje de movilidad	Termograma	Valor umbral (°C)	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	AUC ¹	P-valor
1	Anterior	> 26,3	40,0	89,9	0,671	0,016
	Posterior	> 24,9	33,3	93,1	0,657	0,028
	Lateral	> 21,0	60,0	69,0	0,637	0,061
	Suela	> 16,6	83,3	60,0	0,689	0,007
2	Anterior	> 27,7	35,5	92,9	0,679	0,010
	Posterior	> 25,5	51,6	89,7	0,737	< 0,001
	Lateral	> 22,8	54,8	82,8	0,707	0,002
	Suela	> 16,4	77,4	56,7	0,688	0,006
3	Anterior	> 26,3	41,9	82,3	0,696	0,004
	Posterior	> 23,5	67,7	75,9	0,776	< 0,001
	Lateral	> 21,0	61,3	69,0	0,663	0,022
	Suela	> 15,6	93,6	46,7	0,733	< 0,001

¹ Área bajo la curva (AUC) ROC.

Factores que pueden afectar las mediciones termográficas

La termografía es un indicador extremadamente sensible de las variaciones en los patrones de calor. Por este motivo, las cámaras termográficas pueden ser fácilmente influenciadas por factores ambientales, intrínsecos (de la vaca) y aquellos relacionados con la técnica. Dentro de los factores ambientales se encuentran la temperatura ambiental, flujo de aire, luz solar y humedad relativa. Para minimizar la influencia de estos factores, la técnica termográfica debe ser realizada idealmente en un galpón y durante las mediciones, tanto la temperatura como la humedad ambiental deben ser registradas. En la actualidad esta información puede ser fácilmente obtenida mediante el uso de las aplicaciones existentes en los Smartphone o desde sitios web que proporcionan datos meteorológicos históricos (www.freemeteo.com). Esta información posteriormente es ingresada en el software (FLIR Tools 3.1) y permite ajustar cada termograma evitando la obtención de datos sesgados. Respecto a los factores intrínsecos, estos incluyen el grado de ejercicio y el nivel de queratinización de la zona en estudio. Respecto al primero de estos

factores, Nikkhah *et al.* (2005) señala que previa evaluación termográfica es necesario establecer a lo menos un periodo de aclimatación de diez minutos, para permitir que el flujo sanguíneo de las pezuñas regrese a su estado basal. En cuanto al nivel de queratinización, Rodríguez (2014) indica que la cantidad de radiación infrarroja emitida fluctúa dependiendo del nivel de queratinización de la zona en estudio, es decir, zonas de piel delgada como el espacio interdigital y área posterior al bulbo de los talones presentan mayor temperatura que otras zonas como talones y línea blanca. Finalmente, los factores asociados con la técnica termográfica incluyen la calibración del valor de emisividad de la cámara, limpieza de la pezuña y distancia desde el lente a la pezuña. La emisividad es una propiedad que indica la cantidad de radiación que origina un objeto comparada con la que refleja. Valores de emisividad bajos (cercanos a 0) indican que un objeto refleja una mayor proporción de radiación que otro con un valor más elevado (cercano a 1). En el caso de la evaluación de las pezuñas es correcto utilizar un valor de emisividad de 0,95. La limpieza de la pezuña previa obtención de los termogramas es otro aspecto a considerar ya que la suciedad (barro y fecas) bloquea la emisión de radiación infrarroja desde la pezuña y por ende podría llevar a la obtención de falsos negativos. Por lo tanto, las pezuñas deben ser lavadas, cepilladas y secadas con toallas de papel. Además, dado que el agua helada genera un efecto vasoconstrictor, es necesario el establecimiento de un tiempo de espera de a lo menos cinco minutos previa obtención de los termogramas para permitir que el flujo sanguíneo regrese a su estado prelavado. Por último, la distancia empleada para la obtención de los termogramas debe ser siempre la misma para asegurar una máxima precisión de las mediciones y no debiera superar los 40-50 cm de la superficie de la pezuña ya que esta distancia es suficiente para observar por completo sus estructuras.

Ventajas y limitaciones del uso de termografía

La principal ventaja del uso de TIR es su alta sensibilidad en la detección de calor. Información provista por el fabricante señala que las cámaras termográficas permiten detectar diferencias en la temperatura de la piel de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, posibilitando de esta manera observar cambios de temperatura antes de que tales cambios puedan ser detectables por palpación durante un examen clínico. Este es un aspecto relevante porque facilita la identificación temprana de lesiones podales antes que los vacas muestren signos de cojera clínica, permitiendo instaurar un tratamiento oportuno. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el uso de TIR no reemplaza otros métodos de detección, más bien, debe ser considerado como una técnica de diagnóstico complementaria. Dentro de las limitaciones existentes, el costo de las cámaras termográficas a pesar de que anualmente ha ido disminuyendo, continúa siendo elevado. No obstante, el uso de una herramienta de diagnóstico no invasiva y confiable para evaluar grandes rebaños permitiría optimizar los ya limitados recursos, lo cual sin duda ayudaría a diluir el costo de inversión.

REFERENCIAS

ALSAAD, M., BÜSCHER, W. 2012. Detection of hoof lesions using digital infrared thermography in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95: 735-742.



- ALSAAOD, M., SYRING, C., DIETRICH, J., DOHERR, M.G., GUJAN, T. & STEINER, A. 2014. A field trial of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for early detection of digital dermatitis in dairy cows. *Vet. J.* 199: 281-285.
- ALSAAOD, M., SYRING, C., LUTERNAUER, M., DOHERR, M.G. & STEINER, A. 2015. Effect of routine claw trimming on claw temperature in dairy cows measured by infrared thermography. *J. Dairy Sci.* 98: 2381–2388.
- AMORY, J.R., KLOOSTERMAN, P., BARKER, Z.E., WRIGHT, J.L., BLOWEY, R.W. & GREEN, L.E. 2006. Risk factors for reduced locomotion in dairy cattle on nineteen farms in the Netherlands. *J. Dairy Sci.* 89: 1509-1515.
- BARKER, Z E., LEACH, K.A., WHAY, H.R., BELL, N.J. & MAIN, D.C. 2010. Assessment of lameness prevalence and associated risk factors in dairy herds in England and Wales. *J. Dairy Sci.* 93: 932-941.
- BECKER, J., STEINER, A., KOHLER, S., KOLLER-BÄHLER, A., WÜTHRICH, M. & REIST, M. 2014. Lameness and foot lesions in Swiss dairy cows: I. Prevalence. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 156: 71-78.
- BICALHO, R.C., VOKEY, F., ERB, H.N. & GUARD, C.L. 2007. Visual locomotion scoring in the first seventy days in milk: Impact on pregnancy and survival. *J. Dairy Sci.* 90: 4586-4591.
- BICALHO, R.C., MACHADO, V.S & CAIXETA, L.S. 2009. Lameness in dairy cattle: A debilitating disease or a disease of debilitated cattle? A cross-sectional study of lameness prevalence and thickness of the digital cushion. *J. Dairy Sci.* 92: 3175-3184.
- BRUIJNIS, M.R., BEERDA, B., HOGVEEN, H. & STASSEN, E.N. 2012. Foot disorders in dairy cattle: Impact on cow and dairy farmer. *Anim. Welfare* 21: 33-40.
- BUSTAMANTE, H.A., RODRÍGUEZ, A.R., HERZBERG, D.E. & WERNER, M.P. 2015. Stress and pain response after oligofructose induced-lameness in dairy heifers. *J. Vet. Sci.* [In Press]
- CHAPINAL, N., LIANG, Y., WEARY, D.M., WANG, Y & VON KEYSERLINGK, M.A. 2014. Risk factors for lameness and hock injuries in Holstein herds in China. *J. Dairy Sci.* 97: 4309–4316.
- DIPPEL, S., DOLEZAL, M., BRENNINKMEYER, C., BRINKMANN, J., MARCH, S., KNIERIM, U. & WINCKLER, C. 2009. Risk factors for lameness in freestall-housed dairy cows across two breeds, farming systems, and countries. *J. Dairy Sci.* 92: 5476-5486.
- EDDY, A.L., VAN HOOGMOED, L.M. & SNYDER, J.R. 2001. The role of thermography in the management of equine lameness. *Vet. J.* 162: 172-181.
- ESPEJO, L.A., ENDRES, M.I & SALFER, J.A. 2006. Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *J. Dairy Sci.* 89: 3052-3058.
- FABIAN, J., LAVEN, R.A & WHAY, H.R. 2014. The prevalence of lameness on New Zealand dairy farms: A comparison of farmer estimate and locomotion scoring. *Vet. J.* 201: 31-38.

- GALLEGUILLLOS, F., BORKERT J. *In*: LANUZA, F., PAREDES, E., MUÑOZ, M., BORKERT, J. & CÁRDENAS, J., eds. XI Congreso Chileno de Buiatría, 2013 Valdivia, Chile.
- GLOSTER, J., EBERT, K., GUBBINS, S., BASHIRUDDIN, J. & PATON, D.J. 2011. Normal variation in thermal radiated temperature in cattle: implications for foot-and-mouth disease detection. *BMC Vet. Res.* 7: 73.
- HERNANDEZ, J.A., GARBARINO, E.J., SHEARER, J.K., RISCO, C.A & THATCHER, W.W. 2005. Comparison of the calving-to-conception interval in dairy cows with different degrees of lameness during the prebreeding postpartum period. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 227: 1284-1291.
- ITO, K., VON KEYSERLINGK, M.A., LEBLANC, S.J. & WEARY, D.M. 2010. Lying behavior as an indicator of lameness in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 3553-3560.
- KOFLER, J., PESENHOFER, R., LANDL, G., SOMMERFELD-STUR, I. & PEHAM, C. 2013. Monitoring of dairy cow claw health status in 15 herds using the computerised documentation program Claw Manager and digital parameters. *Tierarztl. Prax. G.* 41: 31-44.
- KOSSAIBATI, M.A., ESSLEMONT, R.J. 1997. The costs of production diseases in dairy herds in England. *Vet. J.* 154: 41-51.
- LEACH, K.A., TISDALL, D.A., BELL, N.J., MAIN, D.C. & GREEN, L.E. 2012. The effects of early treatment for hindlimb lameness in dairy cows on four commercial UK farms. *Vet. J.* 193: 626-632.
- LEACH, K.A., WHAY, H.R., MAGGS, C.M., BARKER, Z.E., PAUL, E.S., BELL, A.K. & MAIN, D.C. 2010. Working towards a reduction in cattle lameness: 1. Understanding barriers to lameness control on dairy farms. *Res. Vet. Sci.* 89: 311-317.
- MACHADO, V.S., CAIXETA, L.S., MCART, J.A. & BICALHO, R.C. 2010. The effect of claw horn disruption lesions and body condition score at dry-off on survivability, reproductive performance, and milk production in the subsequent lactation. *J. Dairy Sci.* 93: 4071-4078.
- MAIN, D.C., STOKES, J.E., READER, J.D. & WHAY, H.R. 2012. Detecting hoof lesions in dairy cattle using a hand-held thermometer. *Vet. Rec.* 171: 504.
- MCGREEVY, K., BOTTROS, M.M. & RAJA, S.N. 2011. Preventing chronic pain following acute pain: risk factors, preventive strategies, and their efficacy. *Eur. J. Pain Suppl.* 5: 365-376.
- MILLMAN, S.T. 2013. Behavioral responses of cattle to pain and implications for diagnosis, management, and animal welfare. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 29: 47-58.
- NIKKHAH, A., PLAIZIER, J.C., EINARSON, M.S., BERRY, R.J., SCOTT, S.L. & KENNEDY, A.D. 2005. Infrared thermography and visual examination of hooves of dairy cows in two stages of lactation. *J. Dairy Sci.* 88: 2749-2753.
- O'CALLAGHAN, K. 2002. Lameness and associated pain in cattle – challenging traditional perceptions. *In practice* 24: 212-219.



- OIKONOMOU, G., TROJACANEC, P., GANDA, E.K., BICALHO, M.L. & BICALHO, R.C. 2014. Association of digital cushion thickness with sole temperature measured with the use of infrared thermography. *J. Dairy Sci.* 97: 4208-4215.
- OLIVARES, F. 2014. Determinación del grado de inflamación producido por distintas lesiones podales en vacas lecheras, mediante el uso de termografía infrarroja. Memoria de Título Médico Veterinario. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- POLAT, B., COLAK, A., CENGIZ, M., YANMAZ, L.E., ORAL, H., BASTAN, A., KAYA, S. & HAYIRLI, A. 2010. Sensitivity and specificity of infrared thermography in detection of subclinical mastitis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93: 3525-3532.
- PUROHIT, R.C., MCCOY, M.D. 1980. Thermography in the diagnosis of inflammatory processes in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 41: 1172-1176.
- RAINWATER-LOVETT, K., PACHECO, J.M., PACKER, C. & RODRIGUEZ, L.L. 2009. Detection of foot-and-mouth disease virus infected cattle using infrared thermography. *Vet. J.* 180: 317-324.
- READER, J.D., GREEN, M.J., KALER, J., MASON, S.A. & GREEN, L.E. 2011. Effect of mobility score on milk yield and activity in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 94: 5045-5052.
- RODRÍGUEZ, A.R. 2014. Uso de termografía infrarroja y biomarcadores sanguíneos para la evaluación de inflamación y dolor en vacas con cojeras. Tesis de Magister en Ciencias, mención Producción Animal, Universidad Austral de Chile.
- SCHAEFER, A.L., COOK, N.J., BENCH, C., CHABOT, J.B., COLYN, J., LIU, T., OKINE, E.K., STEWART, M. & WEBSTER, J.R. 2012. The non-invasive and automated detection of bovine respiratory disease onset in receiver calves using infrared thermography. *Res. Vet. Sci.* 93: 928-935.
- SCHAEFER, A.L., COOK, N.J., CHURCH, J.S., BASARAB, J., PERRY, B., MILLER, C. & TONG, A.K. 2007. The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. *Res. Vet. Sci.* 83: 376-384.
- SCHAEFER, A.L., COOK, N., TESSARO, S.V., DEREDT, D., DESROCHES, G., DUBESKI, P.L., TONG, A.K.W. & GODSON, D.L. 2004. Early detection and prediction of infection using infrared thermography. *Can. J. Anim. Sci.* 84: 73-80.
- SHEARER, J.K., STOCK, M.L., VAN AMSTEL, S.R. & COETZEE, J.F. 2013. Assessment and management of pain associated with lameness in cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 29: 135-156.
- SHEARER, J.K., VAN AMSTEL, S.R. 2011. Lameness in dairy cattle, in: Risco, C.A., Retamal, P.M. (Eds.), *Dairy Production Medicine*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK, pp. 233-253.
- SOMERS, J.G., FRANKENA, K., NOORDHUIZEN-STASSEN, E.N. & METZ, J.H. 2003. Prevalence of claw disorders in Dutch dairy cows exposed to several floor systems. *J. Dairy Sci.* 86: 2082-2093.

- SPRECHER, D.J., HOSTETLER, D.E., & KANEENE, J.B. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47: 1179-1187.
- STEWART, M., WEBSTER, J.R., VERKERK, G.A., SCHAEFER, A.L., COLYN, J.J. & STAFFORD, K.J. 2007. Non-invasive measurement of stress in dairy cows using infrared thermography. *Physiol. Behav.* 92: 520-525.
- STOKES, J.E., LEACH, K.A., MAIN, D.C. & WHAY, H.R. 2012. An investigation into the use of infrared thermography (IRT) as a rapid diagnostic tool for foot lesions in dairy cattle. *Vet. J.* 193: 674-678.
- TADICH, N., FLOR, E. & GREEN, L. 2010. Associations between hoof lesions and locomotion score in 1098 unsound dairy cows. *Vet. J.* 184: 60-65.
- TURNER, T.A. 1991. Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. *Vet. Clin. N. Am-Equine* 7: 311-338.
- VAN HERTEM, T., PARMET, Y., STEENSELS, M., MALTZ, E., ANTLER, A., SCHLAGETER-TELLO, A.A., LOKHORST, C., ROMANINI, C.E., VIAZZI, S., BAHR, C., BERCKMANS, D. & HALACHMI, I. 2014. The effect of routine hoof trimming on locomotion score, ruminating time, activity, and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 4852-4863.
- VON KEYSERLINGK, M.A., BARRIENTOS, A., ITO, K., GALO, E. & WEARY, D.M. 2012. Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95: 7399-7408.
- VOSCOPOULOS, C., LEMA, M. 2010. When does acute pain become chronic?. *Br. J. Anaesth.* 105(suppl 1): i69-i85.
- WALKER, S.L., SMITH, R.F., JONES, D.N., ROUTLY, J.E & DOBSON, H. 2008. Chronic stress, hormone profiles and estrus intensity in dairy cattle. *Horm. Behav.* 53: 493-501.
- WILHELM, K., WILHELM, J. & FÜRLL, M. 2014. Use of thermography to monitor sole haemorrhages and temperature distribution over the claws of dairy cattle. *Vet. Rec.* 176: 146-152.
- WOOD, S., LIN, Y., KNOWLES, T.G. & MAIN, D.C. 2015. Infrared thermometry for lesion monitoring in cattle lameness. *Vet. Rec.* 176: 308-311.



LA LEY DE PROTECCIÓN ANIMAL (N° 20.380) Y LOS REGLAMENTOS DE RESPONSABILIDAD DEL SAG

Sandra Jerez Fuenzalida M.V., Coordinadora Unidad Bienestar Animal
Natalia Zenteno Vargas M.V., Profesional Unidad Bienestar Animal

El 3 de octubre de 2009 se promulgó la Ley N° 20.380 sobre: “Protección de los Animales”, la cual establece normas destinadas a conocer, proteger y respetar a los animales como seres vivos y parte de la naturaleza, con el fin de darles un trato adecuado y evitarles sufrimientos innecesarios. Además establece que para hacer operativa su aplicación, se elaborarán, **reglamentos** que definirán las distintas categorías de animales domésticos y silvestres, según especie.

- Decreto N°28 del 30 de mayo de 2013, que aprueba reglamento sobre protección de los animales que provean de carne, pieles, plumas y otros productos.
- Decreto N°29 del 24 de mayo de 2013 que aprueba reglamento sobre protección de los animales durante su producción industrial, su comercialización y en otros recintos de mantención de animales.
- Decreto N°30 del 16 de mayo de 2013, que aprueba reglamento sobre protección del ganado durante el transporte.

En general la Ley establece:

- Que las instituciones educacionales (colegios y liceos, públicos y privados) deberán inculcar el sentido de respeto y protección a los animales, como seres vivientes y sensibles que forman parte de la naturaleza, además de la tenencia responsable de animales.
- Toda persona que tenga un animal debe cuidarlo y proporcionarle alimento y albergue adecuados, según las necesidades mínimas de cada especie y categoría y de acuerdo a los antecedentes aportados por la ciencia y la experiencia.
- Para los animales silvestres se debe respetar la libertad de movimiento, la cual no debe ser restringida de manera innecesaria, especialmente si ello les ocasionare sufrimiento y alteración de su normal desarrollo.
- Se regulan los experimentos realizados en animales vivos
- En casos de maltrato o crueldad para con los animales, el juez competente estará facultado para:

- Ordenar que los animales afectados sean retirados del poder de quien los tenga a su cargo y colocados al cuidado de una persona natural o jurídica que se designe para tal efecto.
- Disponer el tratamiento veterinario que corresponda, en caso de encontrarse los animales afectados heridos o con deterioro de su salud.
- Las medidas señaladas se llevarán a efecto provisionalmente, a costa del imputado.
- Iguales atribuciones tendrán los organismos públicos encargados de aplicar y fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley.
- Las actividades y prácticas que se realicen a animales en las clínicas y centros de atención veterinaria deberán ejecutarse bajo la dirección responsable de un médico veterinario.
- Las normas de esta Ley no se aplicarán a los deportes en que participen animales, tales como el rodeo, las corridas de vaca, el movimiento a la rienda y los deportes ecuestres, los que se regirán por sus respectivos reglamentos.
- Esta nueva Ley no reemplaza sino que se aplicará supletoriamente a lo dispuesto en las leyes que rigen el funcionamiento de las distintas instituciones.

Competencias respecto de los animales de producción:

1) Servicio Agrícola y Ganadero:

- Los siguientes establecimientos deberán contar con las instalaciones adecuadas para las respectivas especies y categorías de animales a fin de evitar el maltrato y el deterioro de su salud; asimismo, deberán adoptar todas las medidas necesarias para resguardar la seguridad de las personas:
 - circos,
 - parques zoológicos y otros lugares destinados al espectáculo o exhibición de los animales,
 - laboratorios de diagnóstico veterinario,
 - establecimientos destinados a la producción industrial de animales y sus productos,
 - locales comerciales,
 - otros.
- Regular y fiscalizar los aspectos sobre el beneficio y sacrificio de los animales, contemplados en el respectivo Reglamento:
 - deberán emplearse métodos racionales tendientes a evitarles sufrimientos innecesarios,



- así como los procedimientos técnicos en los establecimientos industriales no regulados en la Ley N° 19.162 (Ley de Carnes), destinados al beneficio de animales que provean de carne, pieles, plumas u otros
 - Fiscalizar el cumplimiento del Reglamento que regula el transporte de animales el que debe efectuarse en condiciones que eviten el maltrato o grave deterioro de su salud, adoptándose al efecto las medidas adecuadas según la especie, categoría animal y medio de transporte de que se trate.
- 2) Servicio Nacional de Pesca:**
- Tratándose de especies hidrobiológicas, la fiscalización de las disposiciones de esta Ley relacionada a estas especies, será ejercida por funcionarios del Servicio Nacional de Pesca, SERNAPESCA.

Otros aspectos de esta Ley:

- Se reemplaza el artículo 291 bis del Código Penal, por el siguiente:
 - "El que cometiere actos de maltrato o crueldad con animales será castigado con la pena de presidio menor en sus grados mínimo a medio y multa de dos a treinta unidades tributarias mensuales, o sólo con esta última."
- Los reglamentos de esta Ley debían dictarse dentro del plazo de un año contado desde su publicación.

Los establecimientos y medios de transporte que deban adecuar sus instalaciones a las normas de esta Ley, tendrán, para tal efecto, el plazo de un año, a contar de la publicación del reglamento respectivo, fecha que se cumplió en 2014.

Reglamentos de la Ley 20.380 sobre Protección de los Animales y rol del SAG:

Como fue descrito, la Ley establece responsabilidades para el Servicio Agrícola y Ganadero, entre las que cuentan tres importantes áreas temáticas: producción, transporte y sacrificio de animales para el consumo humano. En términos generales la nueva reglamentación es supletoria a la existente, es decir, solo se regularon de las áreas y aspectos que no estaban reglamentadas anteriormente.

El marco legal del SAG es amplio y parte de las regulaciones consideran aspectos vinculados con el bienestar animal, como la Ley de Sanidad y la Ley Orgánica del SAG, que establece las competencias del Servicio.

Los reglamentos fueron desarrollados con la participación de entidades públicas, privadas y académicas, y se promulgaron en mayo de 2013; actualmente se encuentran en plena vigencia.

Entre las áreas reguladas se encuentra el faenamiento de especies no contempladas en la Ley N° 19.162 (Ley de Carnes), incluyendo aquellas especies que han tenido un desarrollo productivo en el sistema exportador chileno y aquellas que se consideran “exóticas”, y que involucra tanto la producción de carne para consumo humano como las utilizadas para pieles, plumas, cueros y otros productos; por ejemplo: jabalíes, ratites, camélidos sudamericanos, gansos, pollos, pavos, ciervos y otras.

Además se reglamentó el transporte de animales según especie y categoría, no considerado en la Ley N° 19.162 y se considera también la regulación de los medios y condiciones del transporte de los animales, evitando el maltrato o grave deterioro de su salud.

Finalmente, se han considerado también los aspectos de bienestar animal relacionados con los establecimientos destinados a la producción industrial de animales y sus productos; ello implica la regulación de los lugares de cría y reproducción de animales y los aspectos relacionados con las condiciones de los lugares destinados a la compra y venta de animales, es decir, ferias ganaderas y otros lugares de mantención de ganado.

La Unidad de Bienestar Animal, de la División de Protección Pecuaria del SAG, tiene funciones relacionadas con los siguientes aspectos:

- Desarrollo normativo:
 - Implementación de los tres reglamentos de la Ley N° 20.380: N°28, N°29 y N°30, mediante la elaboración de guías de fiscalización, protocolos de sacrificio de emergencia, planes de contingencia y resoluciones que reconocen cursos de capacitación en bienestar animal además de colaboración para el desarrollo de guías de buenas prácticas.
 - Participación en el desarrollo de estándares de bienestar animal de la OIE.
- Difusión:
 - Publicación de información relevante sobre bienestar animal en el sitio web del Servicio Agrícola y Ganadero.
 - Participación en publicaciones especializadas en el tema.
 - Realización de eventos: seminarios y talleres abiertos con la participación de expertos nacionales e internacionales con el fin de ampliar el conocimiento y relevar esta temática.
- Formación de capacidades:
 - Se encuentra en desarrollo el Programa Nacional de Capacitación (con el apoyo del Centro Colaborador de la OIE en Bienestar Animal de la Universidad Austral de Chile y la World Animal Protection (WAP)).



- Realización de seminarios técnicos en colaboración con universidades y de talleres patrocinados por la Comisión Europea y la participación de expertos, en el marco del Acuerdo con la Unión Europea.
- Actividad nacional:
 - Coordinación con instituciones públicas y privadas nacionales, para abordar temas como el transporte marítimo, insensibilización en aves y análisis de riesgo para la determinación de puntos críticos en bienestar animal durante el transporte, entre otros.
- Actividad internacional:
 - Participación en el Comité Interamericano de Bienestar Animal de la Comisión Regional de la OIE para las Américas, que aborda los temas relacionados con el desarrollo e implementación de la Estrategia Regional de la OIE para el Bienestar Animal.
 - Participación en el Grupo de Trabajo en Bienestar Animal del Acuerdo MSF Chile-UE, quienes elaboran anualmente un plan de acción para trabajar en conjunto temas relacionados con el bienestar de los animales.
 - Punto focal nacional del grupo ad hoc del Comité Veterinario Permanente del Cono Sur (CVP).
 - Convenio de trabajo con la World Animal Protection (WAP) para llevar a cabo un plan de capacitación que involucre a los fiscalizadores del Servicio y al sector privado.



EL DESAFÍO DE LOS SISTEMAS DE ORDEÑA AUTOMÁTICA EN BASE A PASTOREO Y CONCEPTOS DE SALUD

The Automatic Milking System challenge in pasture based farms and Health Topics

B.P. Mira, P. Silva

Área AMS, DeLaval Chile, Regidor Gustavo Binder 1192, Osorno, Chile

E-mail: bastian.mira@delaval.com; pablo.silva@delaval.com

1. INTRODUCCIÓN

Los primeros sistemas de ordeña automática (**AMS**), (por sus siglas en inglés), se instalaron en Europa a principios de los 1990s y hoy en día se estima que en el mundo el número de establecimientos funcionando supera las 10.000 lecherías. La gran mayoría de estos sistemas se basan en un modelo de alimentación intensivo, con raciones total/parcialmente mezcladas y vacas confinadas la mayor parte del año. A partir del año 2001, en Australia y Nueva Zelanda comenzaron a operar las primeras lecherías AMS aplicando un modelo de alimentación en base a pastoreo directo con suplementación estratégica de forrajes conservados y concentrados. A partir de esta experiencia y la investigación y desarrollo generado, se ha comprobado que en lecherías AMS en base a pastoreo es posible mantener altos niveles de utilización de praderas y niveles de producción de leche similares e incluso superiores a sistemas de ordeña convencionales, por lo que se ha observado una tendencia de creciente adopción de esta tecnología en la región. Además, los resultados positivos han generado iniciativas e investigación en otros países como EEUU (Michigan State University) e Irlanda (Teagask, Moorepark). Más recientemente, el año 2014 la primera lechería AMS comercial en base a pastoreo de América (Fundo Coi-Coi, Pablo Coquelet) comenzó a operar en la Región de los Ríos, Chile.

El establecimiento de lecherías AMS en base a pastoreo plantea un nuevo espectro de desafíos, ya que normalmente se trata de rebaños medianos a grandes (>200 vacas en ordeña), con distancias considerables de desplazamiento entre potreros y centro de ordeña, buscando mantener/mejorar las metas productivas.

La característica central de una lechería AMS es que el proceso de ordeña se realiza de manera completamente automática. Un brazo robótico se encarga de la limpieza de pezones, colocación de unidades de ordeña y desinfección para cada vaca individualmente. Al mismo tiempo, se habla de sistemas voluntarios ya que las vacas se mueven voluntariamente dentro del sistema, minimizando los arreos por parte de los operarios.

Respecto a conceptos de salud, la conversión de un sistema tradicional a uno de ordeña voluntario supone un cambio en la forma que se hacían las cosas y tanto el

productor como las vacas deben someterse a este cambio y pasar por un período de adaptación, que puede ser de duración variable. Sin embargo este período de adaptación puede resultar estresante y por lo tanto debe considerarse que temas de salud en el inicio del nuevo sistema puedan verse afectados.

Existen pocos estudios que evalúen el impacto de la ordeña voluntaria en la salud del rebaño lechero. La mayoría de ellos se han llevado a cabo en el ámbito de la salud mamaria y cómo se afecta al migrar de un sistema tradicional a un sistema automático. En general, se aprecia que la salud mamaria (vista como el recuento de células somáticas promedio del rebaño) tiende a disminuir levemente en los primeros meses con el nuevo sistema (Hovinen *et al.*, 2011). Sin embargo con las medidas de manejo adecuadas y una buena detección de alteraciones en la glándula mamaria estos factores se pueden corregir y mantener a buenos niveles (Hovinen *et al.*, 2011). La ubre se ordeña a nivel de cuarto, en cada uno de ellos se extrae la leche de forma individual y se termina de ordeñar cada uno de forma separada de acuerdo a los flujos de leche que se detectan a través de medidores. Por este motivo se evita completamente el sobre ordeño de algún cuarto por estar sometido a un vacío alto sin producción de leche, lo que es una ventaja importante que repercute en la salud mamaria. Otros estudios se han enfocado en cómo alguna afección en la salud de la vaca puede afectar su motivación para visitar voluntariamente la sala de ordeña (Borderas *et al.*, 2008) y no, en cómo la ordeña automática modifica los parámetros de salud del rebaño.

Esta revisión resume los conocimientos actuales sobre lecherías AMS en base a pastoreo, en cuanto a los desafíos de adoptar la tecnología y lo que significa para los agricultores modificar las rutinas normales de una lechería convencional. Además se plantean los principios y claves para tener éxito en la operación de este tipo de sistemas bajo un modelo productivo en base a producción de praderas.

2. AMS – UNA NUEVA FORMA DE PRODUCIR LECHE

Un sistema de ordeña automática (**AMS**) tiene un impacto en todos los aspectos de operación de una lechería. El cambio que significa pasar de una rutina de trabajo basada en horarios fijos de trabajo de acuerdo a la tarea de ordeña, a un patrón de trabajo distribuido las 24 horas del día, tiene un gran impacto en las rutinas de los agricultores y sus trabajadores.

Si bien el proceso de ordeña se realiza de manera automática, esto no significa que ya no sea necesaria la presencia de operarios en la lechería. Hay tareas rutinarias que deben realizarse periódicamente, principalmente relacionadas a tareas de limpieza, mantenimiento del equipo y revisión de animales que presenten anomalías.

La implementación de un AMS contempla que las vacas se muevan voluntariamente dentro del sistema, de la pradera al centro de ordeña y luego de regreso. En todo caso siempre habrá un número variable de animales que no responden a estas rutinas con la frecuencia que se desea para obtener el número de ordeñas requeridas, por lo que es necesario dedicar tiempo en el día a buscar estas vacas y



arrearlas hacia la ordeña. La correcta planificación e implementación de las rutinas van a tener un impacto directo en el número de animales que requieran arreos.

Respecto a las instalaciones, para trabajar con AMS es necesario prestar atención al diseño del predio y a las condiciones del terreno. Un diseño exitoso de lechería convencional no necesariamente va a ser el correcto para un AMS, por lo que hay que evaluar y modificar el diseño y distribución de las instalaciones para dar las mejores condiciones posibles a las vacas y así favorecer el tráfico voluntario.

Finalmente, es importante tener presente que la tarea de implementar un AMS toma tiempo, es un cambio enorme para el agricultor, los operarios y por supuesto también para las vacas. La manera correcta de implementar un sistema de este tipo contempla una etapa de planificación previa y luego se requiere otro período largo para establecer las nuevas rutinas en la operación del sistema.

Las principales diferencias entre un sistema convencional y un AMS son:

- Las rutinas de trabajo ya no giran en torno a los horarios de ordeña. El foco principal de la mano de obra debe estar puesto en la asignación y manejo de la pradera/alimento.
- El equipo de ordeño toma un rol preponderante como centro de información y control. La nueva rutina diaria de trabajo debe contemplar la revisión de información de vacas en el computador/dispositivo móvil (número de ordeñas, calidad de leche y producción).
- El manejo del rebaño pasa a ser más individualizado gracias a la información que el sistema recopila y presenta en reportes diarios.

Tabla 1: Diferencias clave entre sistemas convencionales y AMS

	Lechería convencional	Lechería AMS
Movimiento de las vacas	El rebaño completo se mueve a la sala de ordeña	Las vacas se mueven individualmente o en pequeños grupos a la ordeña
Tiempo de ordeña	Definido por el agricultor y es altamente dependiente de la mano de obra	Las vacas pueden acceder a la ordeña cuando quieran y no se requiere mano de obra presente
Frecuencia de ordeña	Usualmente dos veces por día	Se puede permitir que las vacas se ordeñen con mayor o menor frecuencia, de acuerdo a metas de producción y etapa de lactancia

Mano de obra – Tareas de ordeña	Operario debe mover las vacas a la sala, preparar pezones, colocar/retirar unidades de ordeña, aplicar <i>dipping</i> y separar vacas	Operario debe buscar vacas atrasadas para la ordeña, tarea que puede combinar con otras labores de potreros, como cambiar cercos eléctricos
Mano de obra – Limpieza y mantenimiento	Operario debe limpiar el equipo de ordeña, estanques y patios, además de tareas de mantenimiento rutinarias	Operario debe limpiar patios, además de tareas de mantenimiento rutinarias
Mano de obra – Manejo de praderas	Calcular requerimientos de alimento, evaluar calidad de pasturas, asignar pradera/mover cercos, mantenimiento de patio de alimentación	Calcular requerimientos de alimento, evaluar calidad de pasturas, asignar pradera/mover cercos, mantenimiento de patio de alimentación
Mano de obra – Trabajo en PC	Puede ser limitado, depende del nivel de automatización	Revisar alertas, ajustar parámetros de ordeña, revisar desempeños diarios

3. PRINCIPIOS Y CLAVES PARA EL ÉXITO

Para entender los principios y claves para el éxito de una lechería AMS, primero hay que manejar 3 términos utilizados frecuentemente:

- **Frecuencia de ordeña:** Número de veces que una vaca se ordeña por día. Sirve para monitorear si el rebaño está encaminado a las metas de producción que se han fijado. En el equipo, el usuario puede permitir/negar ordeñas individualmente a cada vaca de acuerdo a sus características (producción, etapa de lactancia, etc).
- **Uso de la máquina:** Número de ordeñas por unidad (robot). También puede medirse como litros cosechados por unidad al día o como tiempo diario sin uso por unidad.
- **Intervalo de ordeña:** Número de horas entre ordeñas. Un intervalo muy largo genera una caída en la producción y aumento del riesgo de mastitis. Un intervalo muy corto genera bajos rendimientos por ordeña y posibles problemas de colocación de unidades de ordeña en ubres muy flácidas.

Para tener expectativas realistas, se debe entender los principios para la operación exitosa de una lechería AMS, y mantenerlos siempre en mente al momento de emprender un proyecto de estas características.



3.1 Movimiento voluntario de vacas:

Las vacas responden a diversos estímulos, como acceso a agua, sombra y refugio, pero el principal motivador para que se muevan dentro del sistema es el acceso a alimento fresco. Un buen tráfico voluntario se logra diseñando la infraestructura de la lechería de manera tal que las vacas tengan acceso fácil a lo que buscan, es por esto que la planificación es tan importante.

A medida que las vacas agotan una fuente de alimento, van a moverse dentro del sistema en busca de otra. Si esta búsqueda es más frecuente, se puede lograr una mayor frecuencia de ordeña y menor variabilidad en los intervalos de ordeña.

Para manejar la entrega de alimento en diferentes períodos del día, se combinan diferentes fuentes dentro del sistema. Estas fuentes de alimento son:

- Pradera: principal recurso en sistemas pastoriles. Se puede manejar el sistema con dos franjas de pradera al día, pero puede ser limitante para lograr la frecuencia de ordeña y utilización de la máquina deseada. Para lograr los objetivos se recomienda usar tres franjas de pradera al día.
- Patio de alimentación: de acuerdo al modelo productivo del agricultor, puede ser utilizado estratégicamente como suplemento al aporte de la pradera. Dependiendo del tiempo que las vacas van a permanecer en el patio, éste puede requerir un área de descanso.
- Suplementación de concentrado: Dentro del robot se entrega una cantidad limitada de concentrado para motivar a la vaca a entrar. Si se quiere suplementar grandes cantidades de concentrado al día, puede ser necesario usar estaciones de alimentación externas.

El **pastoreo de 3 vías** es una metodología desarrollada en Australia y Nueva Zelanda para incorporar los AMS a sistemas pastoriles. Consiste en dividir la asignación diaria de pradera en tres franjas y las vacas tendrán acceso a las franjas secuencialmente en el transcurso del día. Para pasar de una franja a otra, las vacas deben ir al centro de ordeña y ser ordeñadas si les corresponde. Posteriormente serán derivadas a la siguiente área del campo a través de puertas inteligentes de separación. Esta metodología permite incorporar patios de alimentación y estaciones de alimentación externas dentro del diseño del sistema.

Al ser una metodología altamente flexible, se puede aplicar a un amplio espectro de sistemas productivos, logrando la combinación de uso de la máquina y frecuencia de ordeña deseadas si las claves del sistema se manejan correctamente.

3.2 Asignación precisa de pradera

En una lechería AMS basada en pastoreo el acceso a la comida es el factor clave para el movimiento de las vacas, por lo tanto la asignación precisa de la pradera es la herramienta usada para asegurar un correcto tráfico voluntario. La habilidad de asignar la pradera es el factor crítico para el éxito del sistema. Una asignación

incorrecta va a impactar de manera severa y negativa la frecuencia de ordeña, el consumo diario de alimento y el nivel de producción del rebaño.

Normalmente, las vacas no van a salir de un potrero hasta que hayan agotado la disponibilidad de alimento. El punto en que el agotamiento de alimento va a estimular a una vaca a salir del potrero varía entre diferentes vacas, y está principalmente influenciado por la etapa de lactancia, la salud, estado de celo y la confianza/experiencia del animal en el sistema.

Una sobre asignación va a generar que las vacas permanezcan más tiempo comiendo que el deseado en ese potrero, lo que resulta en una disminución de las visitas al centro de ordeña y por lo tanto una disminución en la frecuencia de ordeña. Una sub asignación en un principio va a generar un aumento de las visitas al centro de ordeña, reducción del consumo de alimento, reducción de la producción de leche y finalmente una falta de motivación de las vacas a buscar alimento fresco debido a la baja disponibilidad, generando a la larga una disminución de las visitas al centro de ordeña y una disminución de la frecuencia de ordeña.

El impacto en las praderas al realizar una asignación incorrecta es ligeramente diferente entre sistemas convencionales y AMS. En un sistema convencional, el efecto de una incorrecta asignación resulta en sobrepastoreo, reducción de consumo de alimento en caso de sub asignación y/o pérdidas de pastura debido a la sobre asignación, lo que impacta la calidad y crecimiento de las praderas. En una lechería AMS el sobrepastoreo rara vez sucede, ya que las vacas saldrán del potrero buscando más alimento antes de verse forzadas a sobrepastorear. En caso de sobre asignación el efecto es, como se mencionó anteriormente, que las vacas permanecerán más tiempo en el potrero. Una incorrecta asignación tendrá un mayor impacto en la producción de lecherías AMS que de lecherías convencionales.

3.3 Patrón de ordeñas distribuido

En lecherías AMS, los dos regímenes de alimentación extremos que se utilizan exitosamente son los sistemas con raciones totalmente mezcladas (**TMR**) (por sus siglas en inglés), y aquellos basados en pastoreo directo y suplementación sólo con forrajes conservados. Existe un amplio espectro de combinaciones intermedias que van a variar de acuerdo a las condiciones productivas y el modelo que desea implementar el agricultor. Incluso las combinaciones pueden variar en diferentes épocas del año según el clima o manejos de estacionalidad de partos.

Es importante mencionar que el comportamiento de las vacas en diferentes sistemas varía significativamente y esto impacta el patrón de ordeña, ya que el tráfico de las vacas cambia.

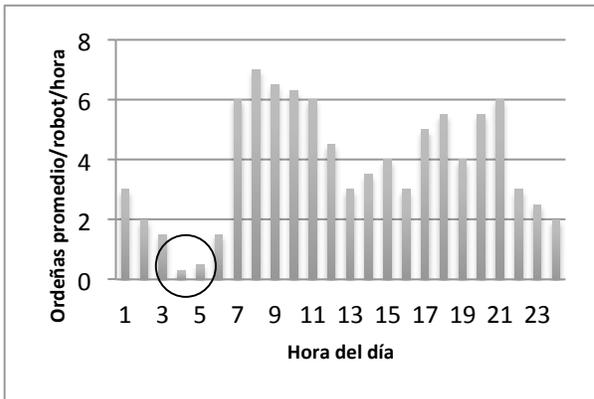
Al planificar una lechería AMS se debe optar al máximo uso de la máquina posible, para ser más eficiente y rentable el sistema. Es necesario considerar que el nivel de uso de la máquina va a variar dependiendo del tipo de sistema que se opera y también de la consistencia diaria de vacas en ordeña y su estado promedio de lactancia.



En AMS basados en sistemas de alimentación con TMR y vacas confinadas, las vacas tienden a realizar sus actividades de manera continua las 24 horas del día, sin un ritmo o ciclo fuerte de actividades. Esto permite que normalmente el uso de los robots sea consistente durante las 24 horas.

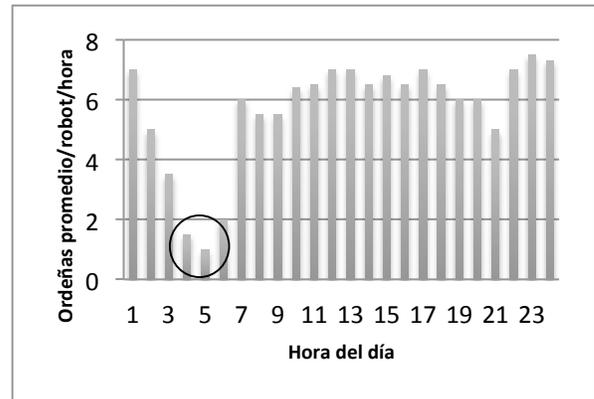
En cambio, cuando se trata de sistemas basados en pastoreo las vacas tienden a ser muy rítmicas en sus actividades (tiempos de pastoreo, tiempos de rumia, etc). Hay factores que inciden en la sincronización de sus actividades, como la hora del día (horarios de acceso a las franjas de pastoreo) y las horas de sueño en las primeras horas de la mañana (en estos sistemas las vacas tienden a tener períodos de sueño definidos, durante los cuales se logra un bajo número de ordeñas). En sistemas basados en pastoreo, es muy difícil lograr un alto uso de la máquina las 24 horas del día.

AMS en base a pastoreo

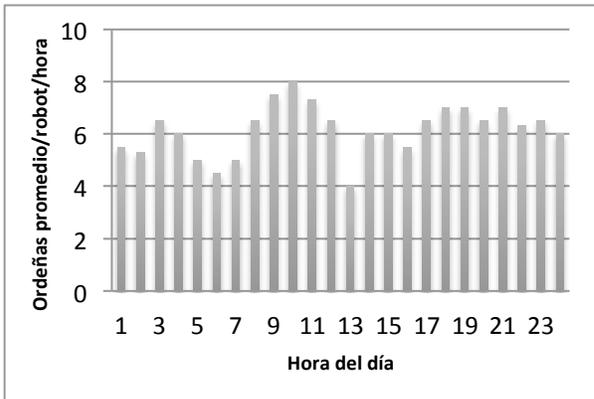


Distribución de ordeñas en período de bajo uso

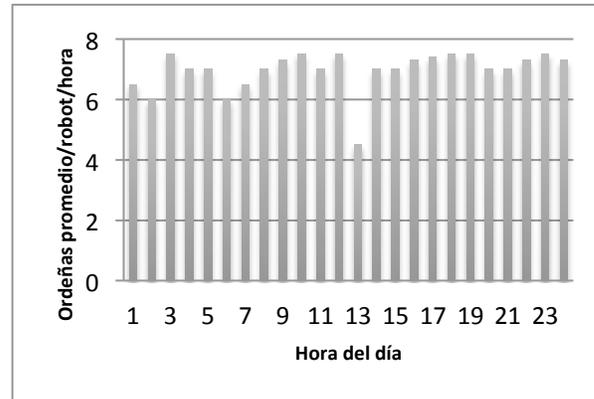
AMS en base a pastoreo



Distribución de ordeñas en período de alto uso



AMS en confinamiento
Distribución de ordeñas en período de bajo uso



AMS en confinamiento
Distribución de ordeñas en período de alto uso

Figura 1: Gráfico de distribución de ordeñas durante el día en AMS en base pastoreo y en AMS en confinamiento.

En sistemas confinados, un correcto diseño asegura caminatas cortas y fácil acceso a comida y unidades de ordeña. En un sistema basado en pastoreo las vacas se alimentan principalmente de pradera, suplementada de manera variable con forrajes conservados y/o concentrados. Normalmente, la frecuencia de ordeña será menor en pastoreo, al igual que el nivel productivo de las vacas.

Tabla 2: Estimación promedio de potencial de uso de la máquina

	Sistema confinado	Sistema pastoril
Uso promedio de la máquina	90%	80%
Número de ordeñas por unidad por día	170	150
Leche cosechada por unidad por día (litros)	2.300	2.000

Los dos factores principales que afectan el uso de la máquina son el número de vacas en leche y la frecuencia de ordeña promedio del rebaño. La estacionalidad de partos afecta de manera importante estos números, ya que la composición del rebaño (etapa de lactancia promedio) cambia de acuerdo a la temporada del año.

4. MANEJO DE SALUD, EXPERIENCIA PRÁCTICA

Cuando se trabaja con un sistema de ordeño voluntario, muchas veces no se ve cómo se están ordeñando las vacas y por lo tanto hay que confiar en los indicadores e información que entrega el equipo y el sistema de gestión para poder detectar las vacas que estén presentando problemas o que podrían hacerlo en el futuro. De esta forma se logra que exista un manejo más individualizado de la salud para cada vaca. De esta manera, si hay una vaca que podría estar presentando una alteración en la leche, se puede establecer que haya un aviso y cuando la vaca vuelva a ordeñarse se notificará para poder hacer la inspección que corresponda. Sin embargo, en virtud de hacer más eficiente el tiempo, también se puede realizar un manejo grupal en el cual se apartan a las vacas seleccionadas (que presenten alguna alteración) a otro sector y de esta forma hacer revisiones o tratamientos comunes para un grupo más grande de vacas.

Esto mismo es aplicable para los manejos típicos y rutinarios de salud en los rebaños como son las vacunaciones, secados y otros, donde podemos optar por hacer un manejo individualizado del animal o seguir realizando a nivel de rebaño estos manejos.

5. APOYO DE TECNOLOGÍAS

Los equipos de ordeña, que componen los sistemas de ordeño voluntario, tienen la particularidad de contar con sensores automáticos para poder monitorear diferentes aspectos de la salud de la vaca como son, salud mamaria, reproducción, producción de leche, nutrición, etc. (Jacobs *et al.*, 2011), haciendo posible enfocar la atención y manejos en vacas que no estén rindiendo de la manera esperada o que se vean alterados sus parámetros normales. Como resultado, la salud de animales de forma individual puede ser monitoreada de manera más detallada (Jacobs *et al.*, 2011).



Para el monitoreo de la salud mamaria, los medidores de leche, que son uno para cada cuarto pueden detectar conductividad y presencia de sangre lo que lo hace un indicador superior al que se puede obtener en la ordeña convencional. Si bien la conductividad a nivel de la glándula mamaria no es el indicador más fidedigno de alteraciones en la salud, cuando se lleva a nivel de cada cuarto de forma individual y se comparan esos cuartos puede ser una herramienta bastante potente para la detección y el manejo de alteraciones en la ubre. De esta forma, el sistema detecta las vacas que puedan presentar una alteración en estos parámetros para poder hacer una inspección visual más detallada.

Además de estos indicadores, los equipos de ordeña automática pueden estar equipados con contadores de células somáticas que funcionan de la misma forma que los contadores de células externas. Esto es aplicando una tinción que tiñe el ácido desoxirribonucleico (ADN) de los núcleos celulares y luego realizando un conteo. Las ventajas de contar con este sistema es que se puede hacer la medición diariamente o por intervalos establecidos y por tanto, se pueden detectar las mastitis subclínicas de manera anticipada e impedir que algunas de éstas, pasen a ser clínicas, haciendo tratamientos oportunos.

Otra tecnología que permite monitorear la salud animal en sistemas de ordeño voluntario es el *Herd Navigator*. Este es un laboratorio en tiempo real que mide concentraciones de Lactato Deshidrogenasa (LDH), Betahidroxibutirato (BHB), Urea y Progesterona en la leche. La enzima LDH se origina de las células somáticas y células secretoras de la glándula mamaria y otras partes del organismo y un aumento en la actividad de ésta se encuentra relacionada con la presencia de mastitis en vacas lecheras (Chagunda *et al.*, 2006). Los cuerpos cetónicos en sangre y en leche son el signo característico de la presencia de cetosis en vacas lecheras y por tanto la detección de BHB puede ser útil en pesquisar casos clínicos y subclínicos (Enjalbert *et al.*, 2001) Por su parte, la medición de progesterona en leche ha sido aceptada como un buen indicador del estado reproductivo de las vacas lecheras (Friggens *et al.*, 2008) y su dificultad de uso práctico radicaba en cómo realizar mediciones periódicas de esta hormona. Por lo tanto este instrumento permite detectar mastitis (LDH), cetosis (BHB), desbalances nutricionales (Urea) y con el uso de la progesterona, detectar celo, realizar diagnóstico de gestación, detectar anestro y quistes ováricos (Friggens *et al.*, 2008). Las muestras son tomadas de forma automática de acuerdo a un biomodelo que considera “periodos de riesgo” para las sustancias que interesa medir. Por ejemplo, no se mide Progesterona antes de los primeros 30 días en ordeño porque no se espera que haya aún un reinicio de lo ciclicidad. Además, este sistema permite que se establezcan protocolos de acción frente a cada uno de los escenarios o enfermedades que se vayan detectando y por tanto se estandariza la forma de atacar un problema en particular lo que permite evaluar de mejor manera los resultados de esas acciones.

Con respecto a la condición nutricional del rebaño, ésta puede ser evaluada de forma visual por el encargado o personal de los campos lecheros, pero es una medida que tiene alta variación y es subjetiva dependiendo del observador (Hady *et al.*, 1994). Existe actualmente en el mercado una cámara que mide la condición corporal del rebaño, lo que permite evaluar el nivel de reservas de cada vaca individual y las variaciones que ésta presenta a lo largo de la lactancia de manera objetiva y mecanizada. Además permite revisar cómo se comporta la condición corporal del rebaño y establecer metas para la variación de ésta durante la lactancia y el parto, y de esta forma, poder evaluar el manejo nutricional del rebaño, sobre todo en momentos críticos como el parto y post parto temprano.

6. CONCLUSIÓN

La intención de esta revisión fue enumerar los principales desafíos que enfrenta un agricultor al implementar una lechería AMS en base a pastoreo (con un sistema de ordeña automática), y el impacto en las rutinas periódicas que ello significa, comparado con las rutinas de una lechería convencional. Además, analizar los factores clave que van a determinar el éxito de una lechería AMS en base a pastoreo, basándose en los principios de frecuencia de ordeña, uso de la máquina e intervalos de ordeña.

Según los temas revisados se puede hacer las siguientes consideraciones:

Primero, la implementación de una lechería AMS no significa que la mano de obra ya no es necesaria en el campo. La automatización de las tareas de ordeña libera a los operarios para focalizar su trabajo en otras áreas principales, como limpieza y mantenimiento del equipo, revisión y toma de decisiones en base a informes y alarmas del sistema y asignación/manejo de praderas.

Segundo, el éxito va a estar dado por la capacidad del agricultor de planificar la combinación de las distintas fuentes de alimento junto con un diseño óptimo de la infraestructura del campo, que asegure que las vacas tengan fácil acceso a lo que buscan, favoreciendo el tráfico voluntario dentro del sistema.

Tercero, la asignación correcta de praderas va a ser el manejo clave para lograr las metas de frecuencia de ordeña y uso de la máquina, y por consiguiente la meta productiva buscada.

Cuarto, el desafío de la adaptación de AMS en base a pastoreo genera una limitante en el uso de la máquina en comparación al uso de AMS en confinamiento, y consecuentemente la eficiencia y rentabilidad del sistema también se puede ver afectada. Hay que planificar y entender los factores principales que la afectan para tomar medidas correctivas que permitan ajustarse a las expectativas de resultados y metas del sistema.

Quinto, respecto a los conceptos de salud, el cambio de un sistema tradicional a un sistema voluntario supone un periodo de adaptación tanto para el productor como para los animales, lo que puede generar stress y repercutir en algunos parámetros de salud del rebaño. Estos debieran normalizarse una vez adaptado todo el sistema a las nuevas prácticas a las que se ven enfrentados y considerando que las prácticas



preventivas asociadas con el ordeño tradicional también son válidas para estos sistemas.

Sexto, para poder mantener un estado de salud óptimo dentro del rebaño, muchos de los manejos que se hacían previamente (tanto sanitarios como de higiene) deben seguir siendo realizados. Estas tareas a veces pueden verse complicadas por el hecho de que los sistemas automáticos de ordeño se encuentran siempre en funcionamiento, pero con la implementación de nuevas rutinas y el establecimiento y seguimiento de protocolos, las labores se pueden readecuar para obtener los resultados esperados.

Séptimo, para poder llevar un control y detección temprana de enfermedades y afecciones en el rebaño es necesario el uso de la información que genera el equipo. Esta información se genera por medio de sensores que realizan mediciones en la leche y en el comportamiento en la ordeña. La combinación de esto y el apoyo en tecnologías asociadas al sistema de ordeño voluntario permitirán al productor mantener y mejorar el estatus sanitario de su rebaño, poniendo atención en vacas cuyos indicadores se aparten de la normalidad.

7. REFERENCIAS

- ANDRE, G., BERENTSEN, P.B.M., ENGEL, B., DE KONING, C., LANSINK, A., 2010. Increasing the revenues from automatic milking by using individual variation in milking characteristics. *J. Dairy Sci.* 93, 942–953.
- BACH, A., BUSTO, I., 2005. Effects on milk yield of milking interval regularity and teat cup attachment failures with robotic milking systems. *J. Dairy Res.* 72, 101–106.
- BACH, A., DEVANT, M., IGLEASIAS, C., FERRER, A., 2009. Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 92, 1272–1280.
- BORDERAS, T. F., FOURNIER, A., RUSHEN, J., & DE PASSILLE, A. M. B. Effect of lameness on dairy cows' visits to automatic milking systems. *Canadian journal of animal science.* 2008. 88(1), 1-8.
- CHAGUNDA, M. G. G., FRIGGENS, N. C., RASMUSSEN, M. D., & LARSEN, T. A model for detection of individual cow mastitis based on an indicator measured in milk. *Journal of dairy science.* 2006. 89(8), 2980-2998.
- CHARLTON, G.L., RUTTER, S.M., EAST, M., SINCLAIR, L.A., 2011. Preference of dairy cows: Indoor cubicle housing with access to a total mixed ration vs. access to pasture. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 130, 1–9.
- CHILIBROSTE, P., MATTIAUDA, D.A., BENTANCUR, O., SOCA, P., MEIKLE, A., 2012. Effect of herbage allowance on grazing behavior and productive performance of early lactation primiparous Holstein cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 173, 201–209.
- DE KONING, K., VAN DER VORST, Y. Y MEIJERING, A. Automatic milking experience and development in Europe. Páginas 11-111 en Proc. First. N. Am.

- Conf. on Robotic Milking, Toronto, Canada. 2002. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Holanda.
- DINWELL, R.T., LESLIE, K.E., SCHUKKEN, Y., SARGEANT, J.M., TIMMS, L.L., DUFFIELD, T.E., KEEFE, G.P., KELTON, D.E., LISSEMORE, K.D. Y CONKLIN, J. Association of cow and quarter-level factors at drying off with new intramammary infections during the dry period. *Prev. Vet. Med.* 2004. 63:75-89. <http://dx.doi.org/10.1016/prevvetmed.2004.01.012>.
- ENJALBERT, F., NICOT, M. C., BAYOURTHE, C., & MONCOULON, R. Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: Relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis. *Journal of dairy science.* 2001. 84(3), 583-589.
- FRIGGENS, N. C., BJERRING, M., RIDDER, C., HØJSGAARD, S., & LARSEN, T. Improved detection of reproductive status in dairy cows using milk progesterone measurements. *Reproduction in Domestic Animals.* 2008. 43(s2), 113-121.
- Granzin, B.C., 2003. The effect of frequency of pasture allocation on the milk production, pasture intake and behaviour of grazing cows in a subtropical environment. *Trop. Grassl.* 37, 84–93.
- HADY, P. J., DOMECCQ, J. J., & KANEENE, J. B. Frequency and precision of body condition scoring in dairy cattle. *Journal of dairy science.* 1994. 77(6), 1543-1547.
- HOVINEN, M., & PYÖRÄLÄ, S. Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *Journal of dairy science.* 2011. 94(2), 547-562.
- JACOBS, J. A., & SIEGFORD, J. M. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. *Journal of dairy science.* 2012. 95(5), 2227-2247.
- KERRISK, K., 2009. Management Guidelines for Pasture-based AMS Farms 2010, Dairy Australia, Australia.
- KOLBACH, R., KERRISK, K.L., GARCÍA, S.C., DHAND, N.K., 2012. Attachment accuracy of a novel prototype robotic rotary and investigation of two management strategies for incomplete milked quarters. *Comput. Electron. Agric.* 88, 120–124.
- SVENNERSTEN-SJAUNJA, K.M. Y PETERSSON, G. Pros and cons of automatic milking in Europe. *J. Anim. Sci.* 2008. 86:37-46. <http://dx.doi.org/10.1017/jas.2007-0527>.
- UTSUMI, S., 2011. Strategies to increase the efficiency of automatic milking and milk production from high producing dairy cows. In: Proceedings of Dairy Research Foundation Symposium 2011, 16, The University of Sydney, Camden, Australia, Camden, NSW, Australia, pp. 32–43.
- WINTER, A., HILLERTON, J.E., 1995. Behaviour associated with feeding and milking of early lactation cows housed in an experimental automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 46, 1–15.

ÍNDICE DE AUTORES

A		J	
Aedo, X.	13	Jeréz, S.	209
Aguirre, I.	49, 51		
B		K	
Balocchi, O.	3, 5	Kruze, J.	41
Barra, T.	1		
Beltrán, I.	3, 117	L	
Borkert, J.	193	Landaeta, Aqueveque	35
Bradway, D.	43	Lanuza, F.	129
Burgos A.,	3, 5	Letelier, C.	7, 9, 45
Burgos, R.A.	37	Leyán V.	53
Bustamante H.	7, 9	M	
C		Meléndez, P.	97
Cáceres, J.	7, 9, 45	Mella, A.	41
Capurro, E.	177	Mira, B.	215
Cárdenas, F.	53	Miró, M.P.	49, 51
Carmona, L.	3, 5	Molina, G.	29
Carretta, M.D.	37	Morales, A.	21
Carvajal, A.	129, 143	Morales, R.	129
Carvalho, F.	43	Moreno, A.	21
Cazanga, V.	37	Moroni, M.	33, 39, 47
Ceballos, A.	41	Moroni, P.	159
Chihuailaf, R.	53	Muller, A.	3, 5
Cid, I.	7, 9	Muñoz, S.	129
D		Muñoz – Boettcher, P.	15, 19
Dumont, J.C.	23, 25, 27, 29	N	
G		Nahum, M.	1
García, E.	21	Navarrete – Talloni, M.J.	47, 49, 51
Gatica, J.	39	Navarro, M.	33, 43
Geldres, A.	17, 37	Norambuena, L.	87
H		O	
Hamilton – West, C.N.	47	Olivares, N.	41
Hernández – Gotelli, C.	15	Oportus L.	11, 13, 17, 23, 27
Hervé – Claude, L.P.	47	Ortega, M.	53
Hidalgo, A.I.	31	Oyarzún G.	7, 9

P

Palma, C.	39
Paredes, E.	43, 47
Peralta, O.	77
Pérez, R.	35, 37
Pol, M.	169
Pradenas, M.	43, 49, 51
Pulido, R.	3, 5, 21, 117

Q

Quiroz, F.	35, 37
------------	--------

R

Ratto, M.	87
Riquelme, J.	37
Rodríguez, A.	197
Romero, J.F.	35

S

Sepúlveda, P.	19
Schürmann, A.	25
Schwerter, F.	51
Silva, B.P.	215
Silva, P.	37
Smulders, J.P.	45
Strappini, A.	87
Subiabre, I.	129

T

Tadich, N.	15
Toledo, C.	53
Trejo, I.	3

U

Ulloa, F.	41
Uzal, F.	59, 71

V

Váldez, I.	41
Valenzuela, B.	47
Villagra, C.	33
Villaguaja, C.	35

W

Witter, F.	3, 5
------------	------

Z

Zenteno, N.	209
-------------	-----