

Artículo original

Prevalencia y etiología de las mastitis bovinas en la cuenca lechera del Valle de Lerma (Salta)

Victor Humberto Suarez^{1*}; Gabriela Marcela Martínez²; Emiliano Agustín Bertoni¹; Antonio Omar Salatin¹; Marcela Mariam Dib Ashur³¹INTA, Área de Investigación en Salud Animal- IIACS-CIAP con sede en EEA Salta,²INTA EEA Salta, RN 68, km 172, 4403, Cerrillos, Salta.³Cooperativa Salteña de Tamberos, Chile 1467, 4400, Salta

* e-mail: suarez.victor@correo.inta.gob.ar

(Recibido 29 de agosto 2018; aceptado 4 de diciembre 2018)

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar la prevalencia, etiología y diferencias estacionales de las mastitis en los tambos de Salta se muestrearon 16 explotaciones durante la época de seca (junio-agosto) y la de lluvias (febrero-marzo). A partir de muestras de leche de cada cuarto mamario de 20-22 vacas por tambo se realizó el test de Mastitis California (CMT) y cultivos bacteriológicos a las vacas con CMT 2 y 3. También se tomaron muestras de leche del tanque para realizar recuento de células somáticas (RCS), recuento de coliformes (RC) y de mesófilos (RM) y estimar el contenido en g/ml de materia grasa, proteínas y lactosa. La prevalencia media de los CMT grado 1, 2 y 3 y CMT grado 2 y 3, así como los RCS, RC y RM registrados durante el período de lluvias (57,9 y 43,4; 695400 cel/ml, 1560 ufc/ml y 69569 ufc/ml) fueron significativamente ($p < 0,006$) más elevados respectivamente que los recogidos en el período de seca (38,4 y 23,9; 422000 cel/ml, 877 ufc/ml y 47642 ufc/ml). Los valores de grasa, proteína y lactosa no mostraron diferencias. Se registró una asociación positiva entre el índice de CMT grado 1, 2 y 3 determinado por el RCS del tanque ($r^2 = 0,26$, $p < 0,0071$). Los microorganismos aislados sobre 500 muestras y su prevalencia fueron: *Staphylococcus* spp SCN (85,0%), *Streptococcus uberis* (76,1%), *Streptococcus dysgalactiae* (76,1%), *Staphylococcus aureus* (38,1%), *Escherichia coli* (20,0%), *Corynebacterium bovis* (19,2%), *Serratia* spp. (38,1%) y *Pseudomonas* spp. (38,1%). Los presentes resultados muestran una elevada presencia de mastitis subclínicas fundamentalmente registradas durante el período de lluvias y que los microorganismos ambientales, los SCN junto con *S. aureus* fueron los principales patógenos intervinientes.

Palabras clave: mastitis, bovino, etiología, prueba de California Mastitis, Salta

INTRODUCCIÓN

La cuenca lechera del Valle de Lerma se caracteriza por tener aproximadamente unos 35 tambos manejados en

ABSTRACT

Prevalence and etiology of bovine mastitis in the dairy basin of the Valley of Lerma (Salta)

The aim of this study was to describe the prevalence, etiology and seasonal differences of mastitis in dairy farms of Salta province. Mammary quarter's milk of 20-22 cows of 16 farms were sampled during the dry (June-August) and rainfall (February-March) season and California Mastitis test (CMT) and bacteriological cultures on cows with CMT 2 and 3 were performed. Bulk tank milk samples for somatic cell count (SCC), coliform count (CC), mesophilic germ count (MC) and fat, protein and lactose contents determination were taken. The mean prevalence of CMT 1, 2, 3 and CMT 2, 3, as well as SCC, CC and MC recorded during the rainfall period (57.9 and 43.4; 695400 cel/ml, 1560 ufc/ml and 69569 ufc/ml) were respectively significantly ($p < 0.006$) higher than those recorded during the dry season (38.4 and 23.9; 422000 cel/ml, 877 cfu/ml and 47642 cfu/ml). Fat, protein and lactose values showed no differences. A positive association between CMT 1, 2 and 3 index determined by the bulk tank SCC ($r^2 = 0.26$, $p < 0.0071$) was obtained. Isolated microorganisms from 500 samples and their prevalence were: coagulase-negative *Staphylococcus* spp. (CNS, 85.0%), *Streptococcus uberis* (76.1%), *Streptococcus dysgalactiae* (76.1%), *Staphylococcus aureus* (38.1%), *Escherichia coli* (20.0%), *Corynebacterium bovis* (19.2%), *Serratia* spp. (38.1%) and *Pseudomonas* spp. (38.1%). These results show a high prevalence of subclinical mastitis, mainly recorded during the rainfall period and they evidence that the environmental microorganisms, CNS and *S. aureus* were the main intervening pathogens.

Key words: mastitis, bovine, etiology, California Mastitis test, Salta province

base a pasturas y verdes con suplementación, aunque algunos han implementado sistemas más intensificados como "drylots" o "free stalls", siendo la producción promedio diaria de $21,5 \pm 5,3$ l/vaca¹. Entre los problemas sanitarios

que se describen se encuentran las mastitis, a las cuales los propietarios no le adjudican la importancia productiva que realmente tienen. Probablemente esto se deba entre otras causas, a que solo registran las mastitis clínicas, cuya prevalencia promedio en la cuenca es de $7,2 \pm 4,6\%$, y no poseen planes para detectar las mastitis subclínicas¹.

Las mastitis y en especial las subclínicas son consideradas a nivel mundial como el problema sanitario que mayores pérdidas causa a la lechería además de perjudicar la calidad de la leche y el bienestar de los bovinos²⁻⁴. El recuento de células somáticas (RCS) indica la probabilidad de estar frente a una inflamación intramamaria y recuentos por sobre 200000 cel/ml sugieren la presencia de infecciones bacterianas y mermas productivas con una sensibilidad que no supera los $83,4\%$ ⁵⁻⁷. El test de Mastitis California (CMT) guarda una estrecha relación con el RCS y las mastitis⁸, la cual probada a partir de un RCS por sobre 500000 cel/ml, el CMT con scores de 1, 2 y 3 tomados como positivos tienen una sensibilidad y especificidad respectiva del 82 y 90% ⁹. Diversos autores han observado que estos parámetros relacionados con la presencia de mastitis dependen de factores tales como el manejo del pastoreo, tipo de explotación, la parición, período de lactancia, la higiene y aspectos climáticos^{10,11}.

En nuestro país la mastitis bovina ha sido motivo de preocupación desde hace varias décadas debido a la necesidad de adecuar la calidad de nuestra leche a las exigencias internacionales. A partir de la década del 80, con la puesta en marcha de programas y planes de control en base al RCS en la región central de la Argentina, la prevalencia de las mastitis ha ido en descenso hasta los últimos registros donde hubo una suba. Datos provenientes de empresas lácteas en Santa Fe y Córdoba, entre los años 1981 y 1991, indicaban promedios de RCS superiores a las 500000 cel/ml mientras que a principio de los 2000 se describen valores en promedios inferiores a 350000 cel/ml, para luego del 2013 los valores reportados se encuentran por sobre 400000 cel/ml^{12,13}. En la cuenca del Valle de Lerma no existen registros sobre los RCS históricos ni actuales.

Estos relevamientos en base a indicadores de mastitis como el RCS muestran la importancia que para la calidad de la leche y la producción tienen las inflamaciones intramamarias, sin embargo a pesar del valor que se les otorga en el Valle de Lerma resta mucho por conocerse acerca de la presencia y peso económico de las mastitis.

Esta falta de antecedentes e información, motiva que los objetivos del presente estudio persigan la caracterización de la prevalencia, etiología y diferencias estacionales de las mastitis subclínicas en los tambos de Salta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar y animales en ensayo

El estudio fue realizado en la cuenca lechera ubicada a 1050 y 1300 ms.n.m., en el Valle de Lerma, que comprende los departamentos Capital, Cerrillos, Rosario de Lerma y El Carril de la provincia de Salta. El régimen de lluvias de esta región se caracteriza por poseer una estación seca que se prolonga de abril a noviembre y otra de lluvias intensas de diciembre a marzo, que en total promedian unos 800 mm anuales. El clima es templado con una temperatura media de 17°C con máximas de 36°C y mínimas de -6°C y una humedad relativa que varía entre 20 y 80% .

Los animales muestreados fueron vacas en ordeño de raza Holstein representativas de los animales explotados en la cuenca lechera del Valle de Lerma.

Procedimientos y muestreo

El estudio abarcó dieciséis tambos representativos de la

cuenca y con semejante manejo de un promedio de $190 \pm 88,4$ vacas en ordeño seleccionados en parte azarosamente y en parte debido a la buena predisposición y seriedad de sus propietarios y empleados. Los tambos fueron visitados dos veces en el año de acuerdo al régimen de lluvias, una durante la época de seca (junio-agosto 2014) y la otra durante la época de lluvias (febrero-marzo 2015). En la visita a cada tambo se tomaron luego de eliminar los primeros chorros, muestras individuales de leche de cada cuarto mamario de 20 a 22 vacas seleccionadas al azar; el tamaño de muestra se determinó en base a una población de 190 vacas, con una prevalencia estimada del 38% , un error relativo del 20% y un nivel de confianza del 95% . Además, se tomaron muestras de leche del tanque.

Con las muestras de leche de los cuartos mamaros se determinó la prevalencia de mastitis subclínica mediante el test de Mastitis California (CMT) a partir del grado ≥ 1 . El CMT se llevó a cabo según método de Schalm *et al.*¹⁴, que según el grado de aglutinación clasifica las muestras en negativas sin aglutinar (0), en trazas de aglutinación (T), en moderada aglutinación (1), en fuerte aglutinación (2) y en gelificación completa (3).

Por otro lado, se tomaron muestras de leche del tanque de frío de cada tambo mediante un recolector de muestras de acero inoxidable de mango largo. Con la leche del tanque se determinó el recuento de células somáticas (RCS, cel/ml) mediante microscopía fluorescente por citometría de flujo, s/Fossomatic 5000. También con estas muestras se realizó el recuento total de bacterias aerobias mesófilas (RM, ufc/ml) y el recuento de coliformes totales (RC, ufc/ml). Para el recuento de células mesófilas se usó el medio de PCA (plate count agar) las cuales se cultivaron a 30°C durante 48 a 72 h y para el cultivo de bacterias coliformes se utilizó el medio de Agar MacConkey. Además, de la leche del tanque se obtuvieron los valores de materia grasa, proteína y lactosa (g/ml) mediante MilkoScanMinor.

Con las muestras de leche de los cuartos mamaros con grado de CMT 2 y 3, mediante tomas asépticas en envases estériles, se realizaron cultivos bacteriológicos, aislamientos e identificación bacteriana por medio de procedimientos estándar del National Mastitis Council Inc. Madison, WI¹⁵.

Análisis estadísticos

Las relaciones de las variables prevalencia de CMT, RM, RC explicadas a partir del RCS fueron analizadas usando correlación lineal (Pearson) y regresión lineal simple. Para analizar diferencias entre variables (RCS, RC, RM, grasa, proteína y lactosa) tomadas durante los períodos secos y de lluvias se usó el análisis de varianza y comparadas mediante el test de Tukey. Para los análisis indicados se utilizó el paquete estadístico InfoStat¹⁶.

RESULTADOS

La prevalencia media anual de los CMT grado 1, 2 y 3 y CMT grado 2 y 3, registrados de las muestras de leche de los cuartos mamaros ($n=2604$) respectivamente fueron del $48,5 \pm 17,9\%$ y $33,5 \pm 15,5\%$ y comprendieron una media del $70,3 \pm 17,7\%$ de vacas afectadas con mastitis subclínicas. El promedio estacional de vacas con algún cuarto mamario afectado fue de $65,1 \pm 21,7\%$ y de $75,2 \pm 11,5\%$ respectivamente en el período seco y en el de lluvias. La tabla 1 muestra durante los períodos de seca y de lluvias la prevalencia de los CMT de la leche de los cuartos mamaros y la media de los recuentos de RCS, RC, RM, como así también los valores de grasa, proteína y lactosa de la leche del tanque de los tambos. Todos estos parámetros, a excepción de los valores de composición de la leche, recogidos durante el período de lluvias,

Tabla 1: Medias, desvíos estándar (DE) y valores extremos del recuento de células somáticas (RCS), recuento de coliformes (RC), recuento de mesófilos (RM), materia grasa, proteína, lactosa, prevalencia de CMT grado 1,2 y 3 y prevalencia de CMT grado 2 y 3 a nivel de los 16 rodeos muestreados.

Parámetros		Período seco	Período de lluvias	Valores extremos
RCS x 1000 (cel/ml)	Media	422,0^a	695,4^b	178 - 1164
	DE	164,3	224,7	
RC (ufc/ml)	Media	877,8^a	1560,7^b	210 - 2700
	DE	354,3	562,4	
RM (ufc/ml)	Media	47642,8^a	69357,1^b	9000 - 116000
	DE	18214,9	19921,4	
M. Grasa g/100 ml	Media	3,53^a	3,50^a	3,3 - 3,7
	DE	0,06	0,10	
Proteína g/100 ml	Media	3,32^a	3,33^a	3,03 - 3,45
	DE	0,08	0,13	
Lactosa g/100 ml	Media	4,73^a	4,75^a	4,54 - 4,91
	DE	0,12	0,09	
CMT 1, 2, 3 (%)	Media	38,4^a	57,9^b	5,1 - 84,4
	DE	16,8	13,5	
CMT 1, 2 (%)	Media	23,9^a	42,4^b	1,26 - 66,2
	DE	13,1	12,1	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según test de Tukey

Tabla 2: Microorganismos aislados de las 500 muestras de leche de cuartos con mastitis subclínica (CMT 2 y 3) durante las dos estaciones de los rodeos de la Cuenca Lechera del Valle de Lerma. SCN: *Staphylococcus coagulasa* negativo.

Microorganismos	Prevalencia en tambos	Prevalencia dentro de los rodeos	
		Promedio	Desvío Estándar
<i>Staphylococcus</i> spp. (SCN)	85,0	21,1	12,5
<i>Streptococcus disgalactiae</i>	76,1	9,75	2,2
<i>Streptococcus uberis</i>	76,1	20,5	1,8
<i>Staphylococcus aureus</i>	38,1	15,6	4,2
<i>Escherichia coli</i>	20,0	3,7	3,0
<i>Corynebacterium bovis</i>	19,2	3,1	2,2
<i>Serratia</i> spp.	13,3	10,8	1,7
<i>Pseudomonas</i> spp.	6,6	7,1	1,1

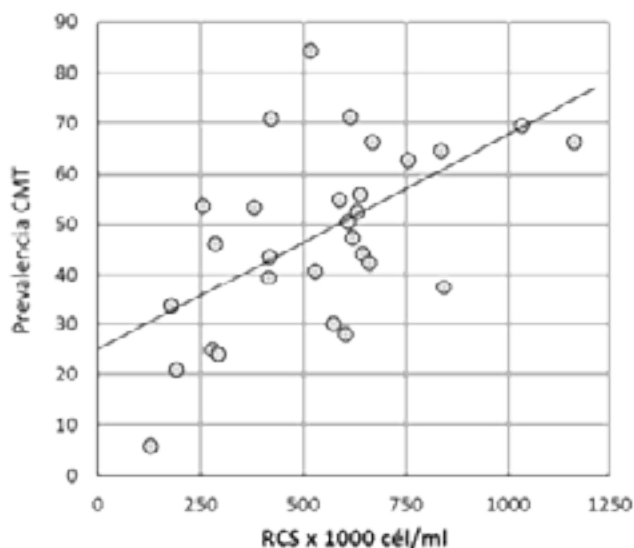


Figura 1: Regresión lineal entre la prevalencia del CMT (grado 1, 2 y 3) en cuartos mamarios determinada por el recuento de células somáticas (RCS) a nivel del tanque ($y = 27 + 0,04 \cdot x$) de las 32 observaciones consideradas en los períodos de seco y de lluvias.

fueron significativamente ($p < 0,006$) más elevados que los recogidos en el período de seca.

La figura 1 muestra la asociación positiva estimada entre la prevalencia a nivel rodeo del CMT grado 1, 2 y 3 en cuartos mamarios determinada por el RCS del tanque ($r^2 = 0,26$, $p < 0,0071$). También fueron positivas las asociaciones entre el CMT grado 1, 2 y 3 y los RC ($r^2 = 0,24$, $p < 0,0098$) y RM ($r^2 = 0,17$, $p < 0,032$).

En el 31,6% de los 500 cuartos con mastitis subclínica (CMT 2 y 3) se obtuvieron aislamientos bacterianos, mientras que en el resto no fue observado desarrollo bacteriano en los cultivos. Los microorganismos más frecuentemente aislados de cuartos con mastitis subclínica fueron *Staphylococcus* spp. (SCN) seguido por *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae* y *Staphylococcus aureus* entre otros (Tabla 2). *Streptococcus agalactiae* no fue aislado.

DISCUSIÓN

El uso del CMT como predictor de mastitis subclínica a nivel individual, a partir del incremento de los leucocitos neutrófilos en respuesta a la infección, injuria tisular y grado de estrés, está comprobado de ser de gran utilidad para monitorear la salud de la glándula mamaria para detectar las infecciones intramamarias (IIM), ya sea porque los resultados se obtienen inmediatamente como por ser de muy bajo costo⁸. Brito *et al.*⁹ demostraron una buena sensibilidad (S) de 79% y 61% respectivamente para los CMT T, 1, 2 y 3 y CMT 1, 2 y 3 con el RCS considerando un umbral de >200.000 cel/ml como muestras positivas y de $S = 93\%$ y 82% considerando como umbral de RCS de >500.000 cel/ml. También el incremento en el CMT muestra una buena relación con el aumento en el grado de hiperqueratosis de la punta o anillo del pezón¹⁷, el cual se asocia con la presencia de mastitis clínicas¹⁸.

Por otro lado, el uso del RCS tomado del tanque resulta de utilidad para predecir mastitis a nivel rodeo. Diversos estudios indican que a nivel de tanque un RCS límite que no supere durante tres meses las 345.000 cel/ml es compatible con el bienestar de los animales⁷ o que incrementos de RCS desde 100.000 hasta 600.000 cel/ml

representarían desde el 5% hasta más del 80% de vacas con mastitis subclínicas¹⁹. El RCS promedio del tanque de los tambos (558.700 ± 238.100 cel/ml) registrado en ambos períodos en el presente ensayo y que guarda relación con la elevada presencia de mastitis subclínicas diagnosticadas (48,5%) mediante CMT (grados 1, 2 y 3), constituiría una elevada pérdida productiva que al menos superaría el 18% de acuerdo a las estimaciones realizadas por Radostits *et al.*²⁰. Estudios de Seegers *et al.*³ en sistemas intensificados de Francia y con vacas Holstein indican que con un RCS de 500.000 cel/ml habría una reducción diaria que oscilaría entre 0,7 y 2 kg de leche en vacas de primer parto y entre 1,1 y 3,7 kg en vacas multíparas y esto fijado a 305 días en lactancia estaría reduciendo en promedio unos 150 a 450 kg de leche. Otros estudios de Hortet y Seegers²¹, resumirían las pérdidas diarias en un tamo de entre el 1,3% (primíparas) y 1,7% (multíparas) por cada vez que se duplica el número del RCS por sobre las 50000 cel/ml.

Esta alta prevalencia de casos de mastitis subclínicas obtenida en el presente estudio fueron superiores a los obtenidos por Giannechini *et al.*²² en Uruguay, donde la prevalencia fue del 52,4% de vacas afectadas y del 26,7% de cuartos afectados; probablemente el manejo pastoril o el régimen de lluvias de los tambos uruguayos a diferencia de la mayor intensificación de las explotaciones o al régimen monzónico de lluvias estivales del Valle de Lerma ayudó a disminuir la tasa de infecciones entre otros factores. Esta prevalencia es alta también con respecto al 31% obtenido por Pitkälä *et al.*²³ en Finlandia o el 29% informado por Plozza *et al.*²⁴ en Australia. A diferencia de nuestros tambos, los países anteriormente mencionados cuentan con programas nacionales de control de mastitis y esta carencia podría también ser otra causa de nuestra elevada prevalencia.

Por otro lado, habría que considerar la posibilidad que a partir de la alta prevalencia en los CMT y RCS hallados una elevada ocurrencia de mastitis clínicas (MC). Una encuesta previa de Suárez y Martínez¹ en la cuenca lechera del Valle de Lerma confirma esto ya que arrojó una prevalencia promedio de $7,2 \pm 4,6\%$ de MC al año. El rinde sobre 305 días en lactancia en bovinos de Francia que padecieron MC sufrió pérdidas de hasta 902 kg de leche dependiendo de número de partos o de la semana de ocurrencia de la MC²⁵. Suárez *et al.*²⁶, mostraron en vacas con MC mermas de 5,7 litros/diarios y mayor probabilidad de pérdidas por descartes o muertes tempranas en vacas que padecieron MC con respecto a las que no la sufrieron (Odds Ratio = 5,4).

Observando la presentación estacional, se obtuvo un aumento significativo de todas las variables estudiadas (CMT, RCS, RC y RM) durante el período estival de lluvias lo que de acuerdo a un estudio previo donde se asoció positivamente la prevalencia de mastitis al grado de suciedad que presentaban las vacas²⁶, demostraría lo importante de cuidar el bienestar animal a partir del cuidado de la higiene y del mantenimiento de caminos y accesos libre de charcos o barro²⁷. En el mismo sentido, Barkema *et al.*²⁸ encontraron correlaciones significativas entre buenas prácticas de higiene y RCS inferiores a 150.000 cel/ml.

En cuanto a la presencia de noxas aisladas de los casos subclínicos de mastitis (CMT 2 y 3) solo del 36% de los cuartos fue posible aislar microorganismos, probablemente la elección de las técnicas de cultivo y el incremento del tiempo empleado de conservación y almacenamiento de muestras congeladas hasta su procesamiento o la presencia de antibióticos perjudicó la obtención de cultivos positivos, sobre todo a *E. coli*²⁹⁻³¹. La baja eficiencia en el aislamiento fue similar a la reportada por Giannechini *et al.*²² en Uruguay.

Dentro de los principales patógenos contagiosos, es decir aquellos que viven y se multiplican en la glándula mamaria

y piel del pezón y se transmiten de animal a animal, se aisló a *Staphylococcus aureus* y en menor medida a *Corynebacterium bovis*. *Streptococcus agalactiae* no fue aislado en la presente investigación, concordando con los reportes que indican que la prevalencia de *Streptococcus agalactiae* va en disminución en el país^{12,13}. Este descenso ha sido atribuido a una mayor susceptibilidad frente a los antibióticos, ya que es un microorganismo obligado de la glándula mamaria³². Contrariamente, *S. aureus* es más difícil de controlar, debido a las recurrentes fallas terapéuticas y resistencia antibiótica^{28,33} como a su epidemiología, ya que se transmite durante el ordeño como también en menor medida por fuentes extramamarias³⁴.

Los resultados no obstante muestran un predominio de agentes causantes de mastitis ambientales como *Streptococcus dysgalactiae* y *S. uberis* y otras menos frecuentes como *E coli*, *Serratia* spp.; sobre todo, los dos primeros que pueden comportarse también como patógenos contagiosos explicando de este modo su mayor prevalencia^{35,36}. Este predominio de patógenos ambientales también se explica a partir de la falta de higiene en las instalaciones de algunos tambos y los malos accesos y caminos de las explotaciones y el barro y el agua presente en abundancia durante el período de lluvias^{26,37}.

Finalmente, la mayor prevalencia la ocupan los SCN, que a nivel mundial también muestran la misma tendencia y que según Pyörälä y Taponen³⁸ podrían ser descriptos como patógenos emergentes. Los más comúnmente aislados son *Staphylococcus simulans* y *Staphylococcus chromogenes*, aunque existen como 50 especies, son patógenos menores que se asocian por lo general a las mastitis subclínicas, aunque las inflamaciones son persistentes, elevan los RCS y alteran la producción y la calidad de la leche³⁹. Basados en

el conocimiento actual es difícil ubicarlos como contagiosos o ambientales ya que se hallan en la piel del pezón y en las manos del tambo y las terapias contra ambos tipos de microorganismos reducen su ocurrencia.

CONCLUSIONES

Los presentes resultados muestran una elevada presencia de mastitis subclínicas diagnosticadas mediante el CMT y de RCS, RC y RM, fundamentalmente registradas durante el período de lluvias. Además, esta investigación muestra a los *Streptococcus* spp. ambientales, a los SCN y a *S. aureus* como los principales microorganismos intervinientes. Estos resultados ponen al descubierto la falta de programas preventivos de alerta y control de mastitis ya sea a nivel estatal como mediante la participación de asesores privados que involucren rutina de ordeño y secado correctos, chequeos periódicos de la máquina de ordeño, detección temprana de mastitis y eliminación de los animales con mastitis crónicas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los propietarios de los tambos por su interés demostrado, así como a los encargados y tambores por su ayuda en los trabajos a campo. Asimismo, una especial mención al Dr. Gustavo Peretti, presidente de COSALTA (Cooperativa Salteña de Tamberos Ltda).

Conflictos de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

REFERENCIAS

- Suárez VH y Martínez GM. Características y Problemáticas Productivas - Sanitarias de la Lechería del Valle de Lerma (Salta). INTA Ediciones, Col. Investigación, desarrollo e innovación 2015; 66 p. ISBN 978-987-521-670-9
- Fetrow J, Mann D, Butcher K, McDaniel B. Production losses from mastitis: carry-over from the previous lactation. J Dairy Sci 1991; 74:833–839.
- Seegers H, Fourichon C, Beaudeau F. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. Vet Res 2003; 34(5): 475-491.
- Nielsen C. Economic Impact of Mastitis in Dairy Cows. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden 2009; p.81.
- Schepers AJ, Lam TJ, Schukken YH, Wilmink JB, Hanekamp WJ. Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. J Dairy Sci 1997; 80(8):1833-1840.
- Sharma N, Singh N K, Bhadwal MS. Relationship of Somatic Cell Count and Mastitis: An Overview. Asian-Aust. J Anim Sci 2011; 24 (3): 429 – 438.
- Nielsen BH, Angelucci A, Scalvenzi A, Forkman B, Fusi F, Tuytens FAM, et al. Use of animal based measures for the assessment of dairy cow welfare (ANIBAM). External Scientific Report EN-659. EFSA Supporting Publications, Parma, Italy 2014; 11 (9), p.340.
- Sargeant JM, Leslie KE, Shirley JE, Pulkrebek JL, Liim GH. Sensitivity and specificity of somatic cell count and California Mastitis Test for identifying intramammary infection in early lactation, J. Dairy Sci 2001; 84: 2018–2024. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(01)74645-0
- Brito JRF, Caldeira GAV, Verneque RS, Brito MAVP. Sensibilidade e especificidade do "California Mastitis Test" como recurso diagnóstico da mastite subclínica em relação à contagem de células somáticas. Pesquisa Veterinária Brasileira 1997;17(2):49-53. DOI:10.1590/S0100-736X1997000200002.
- Faye B, Perochon L, Dorr N, Gasqui P. Relationship between individual-cow udder health status in early lactation and dairy cow characteristics in Brittany, France. Vet Res 1998; 29:31–46.
- OldeRiekerink RGM, Barkema HW, Stryhn H. The Effect of Season on Somatic Cell Count and the Incidence of Clinical Mastitis. J Dairy Sci 2007; 90 (4): 1704–1715. DOI:10.3168/jds.2006-567
- Calvinho LF, Tirante L. 2005. Prevalencia de microorganismos patógenos de mastitis bovina y evolución del estado de salud de la glándula mamaria en Argentina en los últimos 25 años. Rev. FAVE Sección Cs Vet 2005; 4: 29-40.
- Calvinho LF. Mastitis bovina: evolución del control en Argentina y nuevos horizontes de investigación. Disertación en la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, 22/5/2017, CABA, Argentina 2017; www.anav.org.ar.
- Schalm OW, Carrol EJ, Jam NC. Bovine Mastitis. Physical

- and Chemical Tests for Detection of Mastitis. Lea y Febiger, Philadelphia, 1971; pp. 128-157.
15. Hogan JS, Gonzalez RN, Harmon RJ, Nickerson SC, Oliver SP, Pankey JW, Smith KL. Laboratory handbook on bovine mastitis. Natl. Mastitis Counc. Inc., Madison, WI, USA 2004.
 16. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina 2008.
 17. Lewis S, Cockcroft P, Bramley RA, Jackson PGG. The likelihood of subclinical mastitis in quarters with different types of teat lesions in dairy cows. *Cattle Pract.* 2000; 8:293–299.
 18. Neijenhuis F, Barkema HW, Hogeveen H, Noordhuizen JPTM. Relationship between teat-end callosity and occurrence of clinical mastitis. *J Dairy Sci* 2001; 84 (12): 2664-2672.
 19. Philpot WN, Nickerson SC. Mastitis: Counter Attack: A Strategy to Combat Mastitis. Badson Brothers Co., Illinois, USA 1991.
 20. Radostits OM, Gay CC, Hinchcliff KW, Constable PD. Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats. 10thed., Saunders, Elsevier, Spain, 2007; pp.2065.
 21. Hortet, P., Seegers, H. Calculated Milk Production Losses Associated with Elevated Somatic Cell Counts in Dairy Cows: Review and Critical Discussion. *Vet Res* 1998;29 (6): 497-510.
 22. Giannechini R, Concha C, Rivero R, Delucci I, Moreno López J. Occurrence of clinical and sub clinical mastitis in dairy herds in the west littoral region in Uruguay. *Acta Vet Scand* 2002; 43:221-230.
 23. Pitkälä A, Haveri M, Pyörälä S, Myllys V, Honkanen-Buzalski T. Bovine mastitis in Finland 2001-Prevalence, distribution of bacteria, and antimicrobial resistance. *J Dairy Sci* 2004; 87:2433-2441.
 24. Plozza K, Lievaart JJ, Pottsb G, Barkema HW. Subclinical mastitis and associated risk factors on dairy farms in New South Wales. *Aust Vet J* 2011; 89:41-46.
 25. Hortet P, Seegers H. Loss in Milk Yield and Related Composition Changes Resulting from Clinical Mastitis in Dairy Cows. *Prev Vet Med* 1998;37(1-4): 1-20.
 26. Suárez VH, Martínez GM, Bertoni EA. 2017. Mastitis, a Health-Related Indicator of Dairy Cow Welfare and Productivity. *Dairy and Vet Sci J* 2017;4 (5). DOI: 10.19080/JDVS.2017.04.555650
 27. Martínez GM, Suarez VH, Ghezzi MD. Effects of muddy conditions on dairy cattle welfare. 54^a Reunión Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia, Foz de Iguazú, Brasil, 24-28 julio 2017.
 28. Barkema HW, Van Der Ploeg JD, Schukken YH, Lam TJGM, Benedictus G, Brand A. Management style and its association with bulk milk somatic cell count and incidence rate of clinical mastitis. *J Dairy Sci* 1999; 82(8): 1655-1663.
 29. Zorah KT, Daniel RCW, Frost AJ. Detection of bacterial antigens in milk samples from clinical cases of bovine mastitis in which culture is negative. *Vet Rec* 1993; 132:208-210.
 30. Schukken YH, Grommers FJ, Smit JA, van de Geer D, Brand A. Effect of freezing on bacteriological culturing of mastitis milk samples. *J Dairy Sci* 1989; 72:1900-1906.
 31. Sol J, Sampimon OC, Hartman E, Barkema HW. Effect of preculture freezing and incubation on bacteriological isolation from sub clinical mastitis samples. *Vet Microbiol* 2002; 85:241-249.
 32. Keefe GP. *Streptococcus agalactiae* mastitis: A review. *Can Vet J* 1997; 38:429-437.
 33. Calvino LF, Chaves C., Vitulich C, Tirante L, Canavesio V, Maito J, Neder V. Terapia extendida a base de rifaximina y cefacetil para el tratamiento de infecciones mamarias subclínicas causadas por *Staphylococcus aureus* durante la lactancia. resultados preliminares. En: XX^o Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias / 14^o Congreso Chileno de Medicina Veterinaria. 2006; Abs. 469.
 34. Zecconi A, Calvino L, Fox L. *Staphylococcus aureus* intramammary infections. Bulletin of the International Dairy Federation. 408/2006. pp 39. FIL-IDF 2006.
 35. Todhunter DA, Smith KL, Hogan JS. Environmental streptococcal intramammary infections of the bovine mammary gland. *J. Dairy Sci.* 1995; 78:2366-2374.
 36. Zadoks RN, Schukken YH. *Streptococcus uberis*: environmental or contagious pathogen? In: Proc. 42nd Annual Meeting, National Mastitis Council. Fort Worth, Texas 2003; pp. 61-67.
 37. Hogan J, Smith KL. Coliform mastitis. *Vet. Res.* 2003; 34:507-519.
 38. Pyörälä S, Taponen S. Coagulase-negative staphylococci—Emerging mastitis pathogens. *Vet Microbiol* 2009; 134: 3-8.
 39. Taponen S, Pyörälä S. Coagulase-negative staphylococci as cause of bovine mastitis—Not so different from *Staphylococcus aureus*? *Vet Microbiol* 2009; 134: 29–36.