

Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia*

Nicolás Ramírez Vásquez¹ / Ofelia Arroyave Henao² / Mario Cerón-Muñoz³ / Manuel Jaramillo⁴ / Juan Cerón⁵ / Luis Guillermo Palacio⁶

Resumen

Se efectuó un estudio de corte sobre la prevalencia de mastitis bovina en una muestra representativa de las granjas lecheras del altiplano norte de Antioquia, Colombia. Se evaluaron los resultados del California Mastitis Test (CMT), Recuento de Células Somáticas (RCS) y cultivo bacteriológico de leche, y se analizaron los factores de riesgo asociados a mastitis bovina. El análisis estadístico de la información se efectuó por medio de estadística descriptiva, análisis de razón de prevalencias y regresión logística multinivel. Con la prueba de CMT se detectó un 20% de cuartos afectados con mastitis, la prevalencia de mastitis subclínica por vaca fue del 39,5% y la de mastitis clínica fue del 1,7%. Se efectuaron 648 cultivos de muestras de leche, de las cuales 23,9% fueron negativas, 34% positivas a *Streptococcus agalactiae* y 10,2% a Estafilococo coagulasa negativo. El análisis de regresión reveló que las vacas que tuvieron más de seis meses de lactancia presentaron una Odds Ratio (OR) de 2,65 en comparación con las de un mes de lactancia ($p < 0,05$). Se halló un OR de 1,24 para la asociación de la edad y la mastitis ($p < 0,05$). Para el lavado de manos se encontró un OR de 0,36 en comparación con no hacerlo ($p < 0,05$). En conclusión, se halló una alta frecuencia de mastitis por vaca. El microorganismo más hallado fue el *Streptococcus agalactiae*. El trauma podría ser una causa importante de mastitis dado que no se observó crecimiento bacteriano en 23,9% de los cultivos de muestras de leche de cuartos con mastitis.

Palabras clave: California Mastitis Test, calidad de leche, infección, recuento de células somáticas.

* Proyecto cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la Universidad de Antioquia, Colanta y la Federación de Asociaciones de Ganaderos (FAGA).

1 Médico veterinario, M.Sc., Ph.D. (c). Docente de la Escuela de Medicina Veterinaria. Grupo de Investigación en Ciencias Veterinarias, Centauro, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia.
✉ nicoramirez2010@gmail.com

2 Bacterióloga, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia.
✉ ofiah07@hotmail.com

3 Zootecnista, M.Sc., Ph.D. Docente de la Escuela de Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia.
✉ mceronm@hotmail.es

4 Médico veterinario, Cooperativa Lechera de Antioquia (Colanta).
✉ manuel.jaramillo@gmail.com

5 Zootecnista. M.Sc. Cooperativa Lechera de Antioquia (Colanta).
✉ JuanCA@colanta.com.co

6 Médico veterinario, M.Sc., Ph.D. Docente de la Escuela de Medicina Veterinaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia. Grupo de Investigación en Ciencias Veterinarias, Centauro.
✉ lgpalaciob@gmail.com;
decagrariasudea@gmail.com

Factors Associated to Mastitis in Cows from the Dairy Production Basin in the Northern Highlands of Antioquia, Colombia

Abstract

A study was conducted on the prevalence of bovine mastitis in a representative sample from dairy farms in the northern highlands of Antioquia, Colombia. The results of California Mastitis Test (CMT) were evaluated, as well as the Somatic Cell Count (SCC) and the bacteriological culture of milk. The risk factors associated with bovine mastitis were also analyzed, and the statistical analysis of the information was made through descriptive statistics, prevalence ratio analysis and multilevel logistic regression. The CMT test detected that 20% of the cow were affected with mastitis, the prevalence of subclinical mastitis per cow was of 39.5%, and of clinical mastitis was 1.7%. Six hundred and forty eight (648) cultures were made of milk samples, 23.9% of which came out negative, 34% positive with *Streptococcus agalactiae*, and 10.2% with coagulase-negative staphylococci. The regression analysis revealed that cows that had more than six months of lactation showed an Odds Ratio (OR) of 2.65 compared to cows that had one month of lactation ($p < 0.05$). An OR of 1.24 was found in the association

between age and mastitis ($p < 0.05$). Finally, an OR of 0.36 was found associated to washing hands compared to not doing it ($p < 0.05$). In conclusion, a high prevalence of mastitis per cow was found. The most frequently found micro-organism was *Streptococcus agalactiae*. Trauma could be a major cause of mastitis since no bacterial growth was observed in 23.9% of the milk sample cultures from cow with mastitis.

Keywords: California Mastitis Test, milk quality, infection, somatic cell count.

Fatores associados à mastite em vacas da microbacia leiteira do altiplano norte da Antioquia, Colômbia

Resumo

Realizou-se um estudo de corte sobre a prevalência da mastite bovina em uma mostra representativa das fazendas leiteiras do altiplano norte da Antioquia, Colômbia. Foram avaliados os resultados do exame CMT (*California Mastitis Test*), Recontagem das Células Somáticas (RCS) e cultivo bacteriológico do leite, e analisaram-se os fatores de risco associados à mastite bovina. A análise estatística da informação foi efetuada por meio da estatística descritiva, análise de razão de prevalências e regressão logística multinível. Com o exame CMT detectou-se 20% de quartos afetados com mastite, a prevalência de mastite subclínica por vaca foi de 39,5% e a de mastite clínica foi de 1,7%. Efetuaram-se 648 cultivos de mostras de leite, das quais 23,9% foram negativas, 34% positivas a *Streptococcus agalactiae* e 10,2% a *Estafilococo coagulase negativo*. A análise de regressão revelou que as vacas que tiveram mais de seis meses lactância apresentaram uma Odds Ratio (OR) de 2,65 em comparação com as de um mês de lactância ($p < 0,05$). Foi encontrado um OR de 1,24 para a associação da idade e a mastite ($p < 0,05$). Para a lavagem de mãos encontrou-se um OR de 0,36 em comparação com não fazê-lo ($p < 0,05$). Em conclusão, foi encontrada uma alta frequência de mastite por vaca. O micro-organismo encontrado com mais frequência foi o *Streptococcus agalactiae*. O trauma poderia ser uma causa importante de mastite dado que não se observou crescimento bacteriano em 23,9% dos cultivos de mostras de leite de quartos com mastite.

Palavras chave: California Mastitis Test, qualidade do leite, infecção, recontagem de células somáticas.

INTRODUCCIÓN

Según la Federación Internacional de Lechería, la mastitis se define como una reacción inflamatoria de la glándula mamaria (Fox, 2009; Archbald, 1999). La forma clínica se caracteriza por inflamación con calor, dolor, rubor y aumento de tamaño de la ubre o cambios en la apariencia de la leche, o todos los signos. Por el contrario, la mastitis subclínica no conlleva cambios visibles en la leche o en la ubre, y se caracteriza por reducción en la producción láctea, alteración en la composición de la leche y presencia de componentes inflamato-

rios en la misma (International Dairy Federation, 1987). La etiología de la mastitis puede ser infecciosa, traumática o tóxica. Las bacterias causantes pueden ser clasificadas como patógenos mayores y menores de la glándula mamaria; los patógenos mayores incluyen *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Actinomyces pyogenes*, los cuales son contagiosos, y las enterobacterias como *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp. y *Enterobacter* spp., y bacterias consideradas ambientales como *Streptococcus dysgalactiae* y *Streptococcus uberis*. Los patógenos menores incluyen *Mycoplasma*, *Pasteurella*, *Nocardia*, *Listeria*, y algunos hongos y levaduras

(Archbald, 1999; International Dairy Federation, 1987), aunque cualquier bacteria puede infectar la ubre (Ericsson et ál., 2009).

Entre los patógenos más prevalentes asociados con mastitis subclínica en vacas en lactancia están los estafilococos (Taponen y Pyörälä, 2009), entre ellos los estafilococos coagulasa negativos (ECN) que tienen una prevalencia en infecciones mamarias que puede variar entre 5,5 y 27,1% por cuarto afectado (Thorberg et ál., 2009). Otros agentes comprometidos en mastitis son los estafilococos coagulasa positivos (ECP), estreptococos ambientales y bacterias coliformes (Fox, 2009). El ECN ha sido descrito como una bacteria oportunista componente de la flora normal de la piel, pero rara vez ocasiona la forma clínica de la enfermedad, mientras que el ECP más asociado a mastitis es *Staphylococcus aureus* (Taponen y Pyörälä, 2009).

Para el diagnóstico de la mastitis subclínica el recuento de células somáticas (RCS) ha demostrado ser una excelente herramienta y se ha usado para estimar la reducción en la producción de leche asociada a este tipo de mastitis (Durr et ál., 2008).

Los factores de riesgo (FR) para la presentación de la mastitis bovina pueden ser del animal, ambientales o del agente patógeno. Es así como la incidencia de la infección aumenta con la edad, el manejo deficiente, el alojamiento inadecuado, la viabilidad y virulencia del agente y su susceptibilidad frente a los antimicrobianos (Nyman et ál., 2007). Entre los factores de riesgo más fuertemente asociados con mastitis se han encontrado: alta producción de leche, bajo RCS y sellado de los pezones (Suriyasathaporn, 2000; Nyman et ál., 2007). Sin embargo, estos estudios se efectuaron en diferentes países con condiciones variadas, lo cual explicaría los resultados diversos (Nyman et ál., 2007).

En Colombia se hallaron reportes sobre los factores de riesgo asociados a mastitis entre los cuales están: estudio sobre mastitis bovina diagnosticada mediante el California Mastitis Test (CMT), realizado en la Sabana de Bogotá en 2355 vacas, en el cual se halló 58,8% de vacas afectadas con mastitis y 38,39% de cuartos positivos; así mismo, se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuanto al tipo de ordeño debido a que el sistema de ordeño manual presentó menor porcentaje de vacas con mastitis subclínica (77,9%) que el mecánico (92,47%). Las bacterias más frecuentemente aisladas fueron *Streptococcus agalactiae* (35,4%) y *Staphylococcus aureus* (32,5%) siendo la primera más frecuente en el ordeño manual que en el mecánico (Rodríguez et ál., 2002). En otro estudio efectuado en el norte de Antioquia se halló asociación de positividad al CMT con el número de partos y con el ordeño mecánico, y no hubo asociación con los días en lactancia (Ramírez et ál., 2001).

Otros autores, en la sabana de Bogotá, hallaron asociación entre las tasas de infección de la glándula mamaria con el número de lactancias (Rodríguez, 2006). Una investigación efectuada en hatos bovinos de los departamentos del Meta y Cundinamarca halló asociación de la mastitis con tipo de ordeño, número de vacas en ordeño y grupo racial (Parra et ál., 1998). En otra investigación, la infección subclínica de la glándula mamaria por *Staphylococcus aureus* tuvo como factores de riesgo las unidades de producción lechera familiar, el tipo de ordeño, la higiene del mismo y la densidad poblacional de las explotaciones (Barajas et ál., 1999).

El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia de mastitis y estudiar los factores asociados a esta enfermedad en vacas lecheras de la Microcuenca Lechera del altiplano norte de Antioquia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para definir la línea de base correspondiente al primer muestreo de cada finca, se recolectaron muestras y demás información entre los meses de enero y agosto de 2009 en seis municipios de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia (Don Matías, Belmira, Entrerriós, San José de la Montaña, San Pedro y Santa Rosa de Osos).

Con base en el número de predios por municipio y la cantidad de leche producida se calculó el tamaño óptimo de muestra según procedimientos descritos por otros autores (Martínez, 2003; Martin et ál., 1987) para muestreos por proporciones con estratificación según el número de animales. El número de vacas para muestrear se calculó para una población infinita con los siguientes criterios:

- Probabilidad de encontrar animales con mastitis 34% ($p = 0,34$) (Ramírez, 2001).
- Error permitido o tolerado: $h = \pm 5\%$.
- Confiabilidad 95%.
- El censo estimado de vacas en la región se estableció en 119.222 animales.

Con base en estos criterios se obtuvo una muestra de 324 animales que se incrementaron en un 30% para compensar las pérdidas (predios que se retiran del proyecto, cambio de uso del predio etc.), para un total de 421 animales inicialmente.

De acuerdo con datos oficiales (Secretaría de Agricultura de Antioquia, 2008), en el norte del departamento había, en promedio, 15 vacas en producción por hato, por lo que se calculó muestrear 28 hatos; para compensar posibles pérdidas en el seguimiento, durante la ejecución de la investigación el número de hatos se incrementó en un 15%.

Es de anotar que si bien inicialmente según los datos demográficos la muestra se había calculado en 421 animales, al seleccionar los hatos el número real para muestrear quedó en 877 ya que se definió efectuar las pruebas a todos los animales en producción de cada hato para obtener una medida más real de la enfermedad.

Colecta de muestras de leche y realización de pruebas

A todas las vacas incluidas en el estudio se les efectuó la prueba CMT según la metodología descrita por Blowey y Edmonson (1995). El resultado se interpretó como negativo (-) cuando no hubo formación visible de gel, sospechoso (S o T) cuando en el fondo de la paleta se formó una película, débilmente positiva (+) cuando en el fondo de la paleta se formaron grumos que desaparecían rápidamente, positiva (++) cuando hubo presencia de grumos reforzantes, y muy positiva (+++) cuando se formó un gel que no desapareció al dejar de girar la paleta. A las muestras con un resultado al CMT mayor o igual a trazas se les efectuó un recuento de células somáticas (RCS) que se realizó de forma automatizada por medio del contador de células somáticas, DCC, Delaval®, y el equipo Fossomatic, Foss®. A las muestras con un RCS superior a 200.000 cel/mL se les realizó cultivo y antibiograma en el laboratorio de Microbiología de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia.

Cuando se presentó un caso de mastitis clínica, un médico veterinario efectuó el examen clínico correspondiente, colectó muestras de leche de los cuartos afectados, la transportó al laboratorio para el cultivo y antibiograma, y efectuó las recomendaciones para el tratamiento, el control y la prevención del problema.

Procedimiento para la recolección de la muestra de leche

El personal encargado se lavó y se desinfectó las manos antes del muestreo. Los primeros chorros (aproximadamente 10 ml) se ordeñaron en una copa y se verificó la presencia de cambios en la apariencia de la leche. Estos cambios podrían ser grumos, coágulos o sangre. El propósito de la eliminación de los primeros chorros es extraer la flora bacteriana normal del canal y del orificio del pezón para minimizar la contaminación de la leche. Si la ubre y el pezón estaban sucios se procedió a lavarlos con agua y a secar cada cuarto con una toalla de papel individual. La limpieza y el muestreo de los pezones se realizaron en el sitio de ordeño.

Para la toma de la muestra de leche se procedió de la siguiente manera: se realizó desinfección con alcohol etílico al 70% a la tercera parte distal de cada pezón, en sentido del ápice a la base, usando un copo de algodón por cuarto. Posteriormente, se secó el exceso de desinfectante con un algodón limpio para evitar el goteo de este dentro del recipiente usado para coleccionar la muestra. De cada cuarto se extrajeron 5 ml de leche que se depositaron en un recipiente, que se sujetó casi horizontalmente para evitar la entrada de contaminantes (Honkannen-Buzalski, 1995).

Cultivo y aislamiento bacteriano

Las muestras con una reacción de CMT mayor o igual a T (trazas), se cultivaron en el laboratorio con el fin de identificar los microorganismos patógenos de acuerdo con procedimientos estandarizados (National Mastitis Council, 1987).

Se realizaron pruebas para la identificación de los siguientes microorganismos: *Staphylococcus aureus*, estafilococos coagulasa negativa, *Streptococcus*

agalactiae, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus pyogenes*, *Corynebacterium pyogenes*, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella* spp., *Pasteurella multocida*, *Nocardia* spp., *Listeria monocitogenes*, *Pseudomona* sp, y levaduras como: *Candida* spp., *Geotrichum* spp. y *Trichosporum* spp.

Análisis estadístico

Para el recuento de células se estimó la media geométrica con su intervalo de confianza. Se evaluó la prevalencia general de mastitis y la razón de prevalencias según factores característicos de la vaca y factores relacionados con la finca, los cuales fueron incluidos en el modelo final de análisis. Se reportaron intervalos de confianza del 95%. Se utilizó el criterio de Hosmer-Lemeshow ($p < 0,25$) para seleccionar las variables que entraron al modelo, y en estas se evaluó confusión por la comparación entre los Odds Ratio (OR) crudo y ajustado; la interacción se evaluó a partir del cálculo del incremento de la razón de verosimilitud donde se compararon modelos con y sin el término de interacción. Se utilizó un modelo de regresión logística multinivel con los niveles de agregación vaca y finca para determinar los factores relacionados con mastitis. Se estimó el coeficiente de correlación intraclase a partir de los dos componentes de varianza. Se calcularon los OR ajustados con sus intervalos de confianza del 95%, se consideró significación estadística si $p < 0,05$. Para los análisis se utilizó Stata 11.1.

El modelo utilizado puede ser representado como:

$$Y_{ij} \sim \text{Resultado dicotómico binario } (P_{ij})$$

$$\text{Logit } (P_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 \text{ Tipo de ordeño}_{ij} + \beta_2 \text{ dos partos estimado}_{ij} + \beta_3 \text{ tres partos estimados}_{ij} + \beta_4 \text{ cuatro o más partos}_{ij} + \beta_5 \text{ Sellado adecuado}_{ij} + \beta_6 \text{ JxH}_{ij} + \beta_7 \text{ H}_{ij} + \beta_8 \text{ días60}_{ij} + \beta_9 \text{ días90}_{ij} + \beta_{10} \text{ días120}_{ij} + \beta_{11} \text{ días150}_{ij} + \beta_{12} \text{ días>180}_{ij} + \beta_{13} \text{ lavado de manos}_{ij} + e_{ij}$$

En donde los sufijos *i* y *j* denotan la *i*-ésima vaca y la *j*-ésima finca, respectivamente.

- Y_{ij} = la variable respuesta en la *i*-ésima vaca y la *j*-ésima finca.
- P_{ij} = la probabilidad ajustada en la respuesta.
- β_1 a β_{13} = coeficientes asociados a cada covariable.
- e_{ij} = efecto residual aleatorio.

RESULTADOS

Información de hatos y de animales

Se colectaron muestras de leche de 877 vacas en 37 hatos, de estas se registró información de la raza a 832 vacas de las cuales el 83,5% fue Holstein, 9,6% Jersey x Holstein y el porcentaje restante (6,9%) correspondió a otras razas o cruces entre diferentes razas.

El promedio de vacas en producción por hato fue $29,48 \pm 14,1$; la edad promedio de las vacas

fue $5,4 \pm 2,4$ años; la producción promedio de leche por vaca el día de la visita fue $17,3 \pm 6,3$ litros, y el número promedio de partos de las vacas evaluadas fue $3,4 \pm 2,2$.

De los 37 hatos, 70,4% efectuaba ordeño manual, 27% de los ordeñadores era a su vez el propietario del hato, 77,3% de los ordeñadores no se lavaban las manos al iniciar el ordeño, y 92,8% no se lavaban las manos antes de ordeñar cada vaca, el preesellado lo efectuó el 57% y el sellado el 84,2%; de estos, el 100% usó yodado para tal efecto.

California Mastitis Test (CMT)

Se encontró que 20,7% (726) de los 3508 cuartos evaluados con la prueba tenían algún grado de mastitis subclínica (\geq a una cruz hasta 3 cruces); de estos, 8,4% positivos con una cruz, 8,1 y 4,2% con dos y tres cruces respectivamente; 20 cuartos (0,6%) presentaron mastitis clínica (tabla 1).

Tabla 1. Resultados del CMT según el grado de reacción de muestras de leche de 877 vacas de 37 hatos bovinos del altiplano norte de Antioquia

Resultado	CPI		CAI		CPD		CAD		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Negativo	683	77,9	653	74,5	685	78,1	666	75,9	2.687	76,6
Sospecha	7	0,8	14	1,6	11	1,3	11	1,3	43	1,2
+	61	7	82	9,4	76	8,7	76	8,7	295	8,4
++	77	8,8	73	8,3	64	7,3	70	8	284	8,1
+++	39	4,4	36	4,1	32	3,6	40	4,6	147	4,2
Subtotal cuartos positivos*	177	20,2	191	21,8	172	19,6	186	21,2	726	20,7
Clínica	2	0,2	11	1,3	2	0,2	5	0,6	20	0,6
Cuarto perdido	8	0,9	8	0,9	7	0,8	9	1	32	0,9
Total	877	100	877	100	877	100	877	100	3.508	100

* Considerando positivos los cuartos con una o más cruces en CMT.

CAD: cuarto anterior derecho. CAI: cuarto anterior izquierdo. CPD: cuarto posterior derecho. CPI: cuarto posterior izquierdo.

La prevalencia de mastitis subclínica en las 877 vacas evaluadas fue de 39,5% (347 vacas), entendida esta como el $RCS \geq 200000$ cel/mL en al menos

un cuarto de la vaca, mientras que la prevalencia de mastitis clínica fue de 1,7%.

Recuento de células somáticas (RCS)

De las 775 muestras de cuartos positivos al CMT, la media geométrica del RCS (cel/mL) para CAI, CPI, CAD y CPD fue: 625640 (IC 95% entre 532289 y 735363), 892110 (IC 95% entre 762325 y 1043991), 789985 (IC 95% entre 670811 y 930332) y 747522 (IC 95% entre 634320 y 880925), respectivamente.

Cultivo y aislamiento de microorganismos

Se efectuaron 648 cultivos de muestras de leche procedentes de cuartos individuales de 329 vacas que presentaron un RCS mayor que 200000 cel/mL, de las cuales el 23,9% de las muestras no presentó crecimiento. La bacteria más frecuentemente aislada fue *Streptococcus agalactiae* en 34% de los cultivos realizados, seguida por estafilococo coagulasa negativo y *Corynebacterium* spp. con un 10,2 y 8,6% cada uno (tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia de aislamiento de bacterias en leche procedente de cuartos afectados con mastitis

Resultado del cultivo	N	%
<i>Strept. agalactiae</i>	220	34,0
Negativo	154	23,9
Estafilococo coagulasa negativo	66	10,2
<i>Corynebacterium</i> spp.	56	8,6
<i>Strept. dysgalactiae</i>	47	7,3
<i>Staph. aureus</i>	33	5,1
<i>Strept. uberis</i>	18	2,8
Estafilococo coagulasa negativo	17	2,6
<i>Staph. intermedius</i>	10	1,5
Otros (bacterias de baja frecuencia)	8	1,2
<i>Strept. pyogenes</i>	5	0,8
Estafilococo coagulasa negativo	4	0,6
<i>E. coli</i>	6	0,9
<i>Candida</i>	4	0,6
Total	648	100,0

Análisis de los factores de riesgo y mastitis

La razón de prevalencias (RP) para raza fue de 1,57, lo que reveló un mayor riesgo de presentar mastitis para vacas de raza Holstein con respecto a vacas de otras razas, que fueron las de comparación. La RP aumentó a medida que aumentaron los meses de lactancia con relación al primer mes, también aumentó a medida que se incrementó el

número de partos. Se encontró una RP = 1,14 para mastitis asociada al ordeño manual con respecto al ordeño mecánico.

En relación con la rutina de ordeño y la mastitis se encontró que el lavado de manos y el sellado fueron factores asociados a protección contra la mastitis ya que presentaron una RP de 0,58 y 0,74 respectivamente (tabla 3).

Tabla 3. Análisis de razón de prevalencias de mastitis en relación con varios factores relacionados con la vaca y la finca

Factores	Mastitis n (%)	Razón de prevalencias	N (%)
Raza			
Otras razas o cruces	15 (27,3)	1	55 (6,6)
Holstein x Jersey	21 (26,6)	0,97	79 (9,5)
Holstein	299 (42,9)	1,57	697 (83,9)
Mes lactancia			
Mes 1	26 (24,3)	1	107 (13,1)
Mes 2	33 (33,0)	1,36	100 (12,2)
Mes 3	25 (30,9)	1,27	81 (9,9)
Mes 4	31 (38,3)	1,58	81 (9,9)
Mes 5	33 (44,6)	1,84	74 (9,0)
Más de 6	177 (47,2)	1,94	375 (45,8)
Número partos			
1	39 (21,7)	1	180 (24,0)
2	40 (31,0)	1,43	129 (17,2)
3	58 (42,6)	1,97	136 (18,1)
4 o más	167 (54,8)	2,53	305 (40,7)
Tipo de ordeño			
Ordeño mecánico	98 (37,7)	1	260 (29,6)
Ordeño manual	264 (42,8)	1,14	617 (70,4)
Lavado de manos			
No	245 (46,5)	1,00	527 (77,3)
Sí	42 (27,1)	0,58	155 (22,7)
Sellado			
No se hace	75 (54,0)	1,00	139 (17,0)
Inadecuado	31 (28,7)	0,53	108 (13,2)
Adecuado	230 (40,1)	0,74	573 (69,9)

El resultado de la RP mayor de 1 significa un aumento en el riesgo, y el dato menor de 1 significa una disminución en el riesgo de padecer la mastitis.

El modelo que resume los factores de riesgo para la presentación de mastitis se muestra en la tabla 4. Las vacas que tenían 3 partos presentaron un OR de 2,07 cuando fueron comparadas con las vacas de un parto ($p < 0,05$). Las vacas que tuvieron

más de 6 meses en lactancia presentaron un OR de 2,65 en comparación con las de un mes de lactancia ($p < 0,05$). Para la edad se obtuvo un OR de 1,24 ($p < 0,05$), y para el lavado de manos de 0,36 ($p < 0,05$).

Tabla 4. Análisis de regresión de varios factores asociados a mastitis (n = 482)

Mastitis	OR	EE	Valor p	IC 95%
Ordeño manual	0,81	0,336	0,624	[0,36-1,83]
Dos partos	1,16	0,441	0,688	[0,55-2,44]
Tres partos	2,07	0,797	0,056	[0,98-4,40]
Cuatro o más partos	1,66	0,802	0,289	[0,64-4,28]
Sellado inadecuado	0,78	0,739	0,798	[0,12-4,96]
Sellado adecuado	0,70	0,206	0,227	[0,39-1,24]
Jersey x Holstein	1,17	0,714	0,793	[0,35-3,87]
Holstein	1,10	0,581	0,855	[0,39-3,09]
Mes de lact. 2	0,82	0,379	0,679	[0,33-2,03]
Mes de lact. 3	1,46	0,652	0,394	[0,61-3,50]
Mes de lact. 4	1,92	0,854	0,141	[0,80-4,59]
Mes de lact. 5	1,45	0,685	0,430	[0,57-3,66]
Mes de lact. 6 o más	2,65	0,958	0,007	[1,30-5,38]
Edad	1,24	0,103	0,008	[1,06-1,46]
Lavado de manos	0,36	0,119	0,002	[0,19-0,69]

OR: Odds Ratio; EE: error estándar; Valor p: nivel de significancia; IC95%: intervalo de confianza del 95%.

Modelo de factores de riesgo y mastitis por la bacteria *Streptococcus agalactiae*

El modelo que resume los factores de riesgo para la presentación de mastitis por la bacteria *Strepto-*

coccus agalactiae se presenta en la tabla 5. Como se puede observar, solo el lavado de manos presentó un resultado estadísticamente significativo con un OR de 0,258 cuando se comparó lavarse las manos con no lavárselas ($p < 0,05$).

Tabla 5. Factores asociados a mastitis en cuyo diagnóstico bacteriológico se halló la bacteria *Streptococcus agalactiae* n = 240

Mastitis	OR	EE	Valor p	IC 95%
Ordeño manual	3,04	2,50	0,174	[0,611-15,208]
Jersey x Holstein	0,312	0,354	0,305	[0,033-2,88]
Holstein	0,44	0,444	0,416	[0,060-3,18]
Sellado inadecuado	1,40	1,36	0,724	[0,210-9,39]
Sellado adecuado	1,74	0,897	0,281	[0,635-4,78]
Lavado de manos	0,258	0,169	0,039	[0,071-0,934]

OR: Odds Ratio; EE: error estándar; Valor p: nivel de significancia; IC95%: intervalo de confianza del 95%.

DISCUSIÓN

Inicialmente, con el fin de determinar la sensibilidad y la especificidad del CMT para el diagnóstico de mastitis subclínica se realizaron análisis del RCS frente a CMT, y se determinó que la especificidad del CMT fue del 97% y la sensibilidad fue del 82% (Ramírez et ál., 2010).

Los hallazgos al CMT de cuartos positivos a mastitis subclínica con 1, 2 y 3 cruces del 20%, están acordes con lo hallado en otros estudios (Calderón y Rodríguez, 2008; Trujillo, 2011) que reportaron 28,4 y 19,9% en hatos de lechería especializada de la sabana de Bogotá y del oriente antioqueño, respectivamente.

El porcentaje relativamente alto de vacas y de cuartos afectados con mastitis hallado en la zona podría estar relacionado con algunas deficiencias en la rutina de ordeño —como la falta de higiene del ordeñador— ya que el 77,3% de los ordeñadores no se lavaban las manos al momento del ordeño, y con deficiencias en la práctica del presellado y el sellado, rutinas importantes en la prevención de la mastitis bovina (Philpot y Nickerson, 1991), realizadas por un 57 y un 84,2%, respectivamente, de los ordeñadores en las granjas estudiadas.

De las muestras de leche enviadas para cultivo al laboratorio, el aislamiento más frecuente correspondió al *Streptococcus agalactiae*; similares resultados fueron obtenidos por otros autores (Ramírez et ál., 2001; Rodríguez et ál., 2002; Rodríguez, 2006). Otros autores reportaron una prevalencia del 6,84% de esa bacteria; entre tanto, otro estudio halló una mayor frecuencia de *Streptococcus dysgalactiae* (Trujillo et ál., 2011).

Es bien conocido que la bacteria *Streptococcus agalactiae* es altamente contagiosa (Keefe et ál., 1997;

Sandholm et ál., 1995), y que su único reservorio es la leche de ubres infectadas, pero también se puede encontrar en superficies que tienen contacto reciente con leche contaminada, lo cual incluye equipo y utensilios usados en el ordeño y las manos de ordeñador (Calderon y Rodríguez, 2008; Philpot y Nickerson, 1991).

Las segundas bacterias en orden de frecuencia halladas en el presente trabajo fueron las del grupo de estafilococos coagulasa negativos (*S. epidermidis*, *S. haemolyticus* y *S. saprofiticus*) con un 13,3% del total; similares resultados han sido obtenidos por otros autores quienes han reportado un 14,6% (Ramírez, 2001). En este estudio no se obtuvo crecimiento en un 23,9% de los cultivos de leche, la frecuencia reportada en otros estudios ha sido de 16,4, 24,4 y 38,9% (Ramírez, 2001; Trujillo et ál., 2011). Estos resultados podrían indicar la presencia de factores posiblemente traumáticos asociados a la presentación de mastitis en las vacas del estudio.

En el análisis de razón de prevalencias y de regresión logística multinivel para los factores asociados a mastitis se presentó una asociación positiva de la mastitis con el número de partos, similar resultado fue obtenido por Breen et ál. (2009). Sin embargo, en el análisis de regresión este hallazgo solo fue marginalmente significativo para vacas de tres partos ($p < 0,056$). El análisis de razón de prevalencias reveló un aumento en el riesgo de desarrollar mastitis (clínica y subclínica) a medida que se aumentaban los meses de lactancia, y el análisis de regresión corroboró esta asociación que fue estadísticamente significativa a partir del sexto mes ($p < 0,05$). Este resultado podría estar asociado al manejo que se hace de las vacas de más de seis meses de paridas en nuestros hatos, a las cuales se les dejan los potreros más deficientes en pastos y se les disminuye la alimentación en general en un es-

fuerzo por mejorar la rentabilidad del sistema; adicionalmente, a medida que aumenta el tiempo de lactancia hay más probabilidad de transmisión con agentes infecciosos causantes de mastitis que, como se vio, son los que predominan en la zona de estudio, incrementándose así la probabilidad de presentar esta enfermedad.

En el análisis de razón de prevalencias el ordeño manual mostró un incremento en el riesgo de presentar mastitis mientras que en el de regresión este factor fue protector pero la asociación no fue estadísticamente significativa ($p > 0,05$), este resultado contrasta con lo encontrado por Rodríguez et ál. (2002), quienes hallaron asociación estadísticamente significativa entre la mastitis y el ordeño manual como factor protector. El lavado de manos fue factor protector en ambos análisis (RP = 0,58; OR = 0,36; $p < 0,05$). Los datos del análisis mostraron al sellado adecuado en ambos análisis como un factor protector para mastitis; sin embargo, la asociación no fue estadísticamente significativa ($p > 0,05$).

El lavado de manos estuvo asociado a reducción de la mastitis por *Streptococcus agalactiae* (OR = 0,25; $p < 0,05$). Este último aspecto estaría relacionado

REFERENCIAS

- Archbald, L. (1999). Reproductive diseases. *Current Veterinary Therapy 3, Food Animal Practice*, 563-568.
- Barajas, J., Jaramillo, J. y Velásquez, V. (1999). Factores de riesgo asociados a infecciones subclínicas producidas por los biotipos humano y bovino de *Staphylococcus aureus* en la glándula mamaria de vacas en lactancia. *Revista Veterinaria y Zootecnia de Caldas*, 11, 30-39.
- Blowey, R. y Edmonson, P. (1995). *Mastitis control in dairy herds*. UK: Farming Press Books.
- Breen, J., Green, M., y Bradley, J. (2009). Quarter and cow risk factors associated with the occurrence of

con una mejor higiene de las manos que influiría en la disminución de la transmisión.

CONCLUSIONES

Se halló una alta frecuencia de mastitis por vaca.

El microorganismo hallado más frecuentemente fue el *Streptococcus agalactiae*.

Dado que no se observó crecimiento bacteriano en 23,9% de los cultivos de muestras de cuartos con mastitis, se podría pensar en el trauma como una causa importante de mastitis.

El lavado de las manos fue un factor protector contra mastitis, mientras que la edad y el tiempo de la lactancia (seis meses) fueron identificados como factores de riesgo.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se desarrolló gracias a la cofinanciación del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, la Universidad de Antioquia, Colanta y la Federación de Asociaciones de Ganaderos de Antioquia (FAGA).

- clinical mastitis in dairy cows in the United Kingdom. *Journal of dairy Science*, 92, 2551-2561.
- Calderon, A. y Rodríguez, V. (2008). Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21, 582-589.
- Durr, J., Cue, R., Monardes, H., Moro-Mendez, J. y Wade, K. Milk losses associated with somatic cell counts per breed, parity and stage of lactation in Canadian dairy cattle. *Livestock Science*, 117, 225-232.

- Ericsson, H., Lindberg, A., Persson, K., Ekman, T., Artursson, K., Nilsson-O, M. y Bengtsson, B. (2009). Microbial aetiology of acute clinical mastitis and agent-specific risk factors. *Veterinary Microbiology*, 137, 90-97.
- Fox, L. (2009). Prevalence, incidence and risk factor for heifers mastitis. *Veterinary Microbiology*, 134, 82-88.
- Honkanen-Buzalski, T. (1995). *Sampling technique, transportation and history. In the bovine udder and mastitis*. Helsinki: University of Helsinki.
- International Dairy Federation (1987). *Bovine mastitis Definitions and guidelines for diagnosis*. Belgium: IDF Bulletin.
- Keefe, G., Dohoo, R. y Spangler, E. (1997). Herd prevalence and incidence of *Streptococcus agalactiae* in the dairy industry of Prince Edward Island. *Journal of Dairy Science*, 80, 464-470.
- Martin, S., Meek, A. y Willeberg, P. (1987). *Veterinary Epidemiology. Principles and Methods*. Ames: Iowa State University Press.
- Martínez, J. (2003). Introducción al muestreo (pp 1-17). En *Memorias del Simposio de Medicina Preventiva en Bovinos del Trópico*. México: Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos.
- National Mastitis Council Laboratory and Field Handbook on Bovine mastitis (1987). pp. 25-147.
- Nyman, A., Ekman, T., Emanuelson, U., Gustafsson, A., Holtenius, K., Persson, K. y Hallén Sandgren, C. (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. *Preventive veterinary medicine*, 78 (2), 142-160.
- Parra, J., Martínez, M., Pardo, H. y Vargas, S. (1998). Mastitis y la calidad de la leche en el piedemonte del Meta y Cundinamarca. *Boletín de Investigación*, 2. Corpoica-Pronnata.
- Philpot, N. y Nickerson S. (1991). Mastitis Prevention by Hygiene (pp. 53-60). In *Mastitis: Counter Attack a Strategy to combat mastitis*. Babson Bros Co.
- Ramírez, N., Gaviria, G., Arroyave, O., Sierra, B. y Benjumea, J. (2001). Prevalencia de mastitis en vacas lecheras lactantes en el municipio de San Pedro de los Milagros, Antioquia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 14 (1), 76-87.
- Ramírez, N., Cerón, J., Jaramillo, M., Arroyave, O. y Palacio, L. (2010). Diagnóstico de mastitis en el norte de Antioquia (pp. 69-78). *Memorias VII Seminario Internacional competitividad en carne y leche*. Medellín, octubre 21 y 22.
- Rodríguez, G., Contreras, D. y Ordóñez, M. (2002). Caracterización de la mastitis bovina en el Valle de Ubaté. *Revista de Medicina Veterinaria*, 2 (4), 57-66.
- Rodríguez, G. (2006). Comportamiento de la mastitis bovina y su impacto económico en algunos hatos de la Sabana de Bogotá, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, 12, 35-55.
- Secretaría de Agricultura de Antioquia (2008). *Anuario Estadístico de Antioquia*. Recuperado de <http://www.antioquia.gov.co/antioquia-v1/organismos/agricultura/Anuario%20en%20CD%202009/inventario%20pec%20norte.mht>
- Sandholm, M., Honkanen-Buzalski, T., Kaartinen, L. y Pyörälä, S. (1995). *The bovine udder and mastitis*. Helsinki: University of Helsinki.
- Suriyasathaporn, W., Schukken, Y., Nielen, M. y Brands, A. (2000). Low somatic cell count: a risk factor for subsequent clinical mastitis in a dairy herd. *Journal of dairy Science*, 83, 1248-1255.
- Taponen, S. y Pyörälä, S. (2009). Coagulase negative Staphylococci as cause of bovine mastitis-Not so different from Staphylococcus aureus? *Veterinary Microbiology*, 134, 29-36.
- Thorberg, B., Danielsson, T. M., Emanuelson, U. y Persson, K. (2009). Bovine subclinical mastitis caused by different types of coagulase-negative Staphylococci. *Journal of Dairy Science*, 92, 4962-4970.
- Trujillo, C., Gallego, A., Ramírez, N. y Palacio, L. (2011). Prevalencia de mastitis en siete hatos lecheros del oriente antioqueño. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24, 11-18. Recuperado de <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/522>.