

Artículo de Investigación

Bayesian prevalence of *Staphylococcus aureus* in Valle del Cauca, Colombia dairy cows***Prevalencia bayesiana de Staphylococcus aureus en vacas lecheras en el Valle del Cauca, Colombia******Prevalência bayesiana de Staphylococcus aureus em vacas leiteiras no Vale do Cauca, Colômbia***

Juan Carlos Gómez López ¹ MVZ, MSc. [✉ ORCID](#), José Rafael Tovar Cuevas ² Estad, Ph.D. [ORCID](#), Gustavo Bergonzoli ³ MD, MSc. [ORCID](#), Armando Lucumí Moreno ⁴ Bacteriólogo, PhD. [ORCID](#)

¹ Grupo de Investigación en Epidemiología en Salud (GRIEPIS), Universidad Libre, Santiago de Cali, Colombia.

² Escuela de Estadística, Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia.

³ Grupo de Gestión del Conocimiento e Innovación, Hospital Tomas Uribe Uribe, Tuluá, Colombia.

⁴ Grupo de Investigación Instituto de Investigaciones Biológicas (IIB), Universidad libre, Santiago de Cali, Colombia.

Abstract

Staphylococcus aureus is one of the main microorganisms responsible of subclinical mastitis in dairy cows. To determine the bayesian prevalence of *S. aureus* of cows in large and small dairy farms located in the northern, central and southern region of the Valle del Cauca province in Colombia. We Followed the National Mastitis Council methodology, 1070 milk samples from 273 cows in 17 dairy farms by means of a multi-stage sampling, were collected during the period 2015-2016. Cultivation was carried out with all the samples. Bayesian inference was used. The prevalence of the pathogen *S. aureus* in dairy cows in Valle del Cauca is 31,94% and there is a 95% probability that the interval (30,03 – 37,62%). The North, Central and South regions showed prevalence values of 33%, 34% and 24% respectively. Small dairy farms have prevalence, 47%, large dairy farms 17%. The high prevalence found in the cows studied generates a high impact on

Fecha correspondencia:

Recibido: octubre 08 de 2021.

Aceptado: diciembre 13 de 2021.

Forma de citar:

Gómez López JC, Tovar Cuevas JR, Bergonzoli G, Lucumí Moreno A. Prevalencia bayesiana de *Staphylococcus aureus* en vacas lecheras en el Valle del Cauca, Colombia. CES Med. Zootec. 2021; 16(3): 47-61. <https://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.6432>

Open access

[© Derecho de autor](#)

[Licencia creative commons](#)

[Ética de publicaciones](#)

[Revisión por pares](#)

[Gestión por Open Journal System](#)

DOI: 10.21615/cesmvz.6432
ISSNe 1900-9607

Publica con nosotros

public health due to possible zoonotic contamination by this pathogen.

Keywords: *animals; bayes theorem; mastitis; milk; predominance; public health (source: MeSH).*

Resumen

El *Staphylococcus aureus* es uno de los principales microorganismos causantes de mastitis subclínica en las vacas lecheras. Determinar la prevalencia del *S. aureus* se hace necesario en vacas de hatos lecheros grandes y pequeños ubicados en la región norte, centro y sur del departamento del Valle del Cauca, Colombia. Se utilizó la metodología del National Mastitis Council recolectando 1070 muestras de leche de 273 vacas en 17 hatos mediante un muestreo polietápico, durante el período 2015 - 2016. Se realizó cultivo con todas las muestras recolectadas independientemente del resultado de la prueba de California mastitis test. Se utilizó el análisis bayesiano de los datos para obtener estimaciones más precisas. La prevalencia bayesiana del patógeno *S. aureus* en vacas lecheras en el Valle del Cauca fue de 31,94% y se tiene un 95% de probabilidad de que el intervalo (30,03 – 37,62%) contenga el valor de dicha prevalencia. La región Norte, Centro y Sur evidenciaron prevalencias de 33%, 34% y 24% respectivamente. En cuanto al tamaño del hato se evidenció que las vacas de los hatos pequeños presentan mayor prevalencia con 47% que las vacas de los hatos grandes 17% a la presencia del patógeno. La alta prevalencia encontrada en las vacas genera un alto impacto en la salud pública debido a una posible contaminación zoonótica por este patógeno.

Palabras clave: *animales; mastitis; leche; predominancia; salud pública; teorema de bayes (Fuente: MeSH).*

Resumo

O *Staphylococcus aureus* é um dos principais microrganismos causadores de mastite subclínica em vacas leiteiras. Determinar a prevalência de *S. aureus* em vacas de leite em pequenas e grandes rebanhos leiteiros localizados região no norte, centro e sul do estado do Valle del Cauca, Colômbia. A metodologia do Conselho Nacional de Mastite 1070 foi utilizado para coletar amostras de leite de 273 vacas em 17 rebanhos através de amostragem de vários estágios durante o período 2015 - 2016. O cultivo foi realizado com todas as amostras coletadas, independentemente do resultado do teste de mastite Califórnia. O análise Bayesiana dos dados foi utilizada para obter estimativas mais precisas. Bayesian prevalência de agentes patogênicos *S. aureus* em vacas leiteiras no Valle foi 31,94% e tem uma probabilidade de 95% com um

intervalo 30,03% - 37,62%. As regiões Norte, Central e Sul apresentaram prevalências de 33%, 34% e 24%, respectivamente. Em relação ao tamanho do rebanho, ficou evidente que as vacas dos pequenos rebanhos apresentam maior prevalência do patógeno com 47% comparado com 17% nas vacas dos grandes rebanhos. A alta prevalência encontrada nas vacas estudadas gera alto impacto na saúde pública, agravado pelo fato de metade do leite consumido na Colômbia ser cru.

Palavras-chave: *animais; mastite; leite; predomínio; saúde pública; teorema de bayes*
(Fonte: MeSH)

Introducción

El *Staphylococcus aureus* es causa común de infecciones superficiales y profundas en vacas lecheras y humanos^(4,15,21). En vacas lecheras, es una de las bacterias que con mayor frecuencia causa mastitis, lo que la convierte en potencial contaminante para el ser humano si no se siguen las medidas sanitarias en el ordeño, manipulación y esterilización de la leche⁽¹¹⁾. Aunque hay 137 especies de microorganismos causantes de mastitis, el *S. aureus* es uno de los patógenos más frecuentes, no solo en vacas, sino en ovejas, cabras y cerdos^(1,8,16). Además, la mastitis provoca grandes pérdidas económicas a los productores de leche a nivel mundial⁽²⁰⁾. En Brasil de 165 cepas aisladas de *Staphylococcus sp.*, 48,1% fueron identificadas como *S. aureus*⁽¹⁷⁾. Por el contrario, se han encontrado bajas prevalencias de *S. aureus* en vacas lecheras en Etiopía, 16,2%⁽¹⁾ y también en Colombia, donde se evaluaron 484 cuartos pertenecientes a 121 vacas, utilizando la prueba de mastitis de California (CMT) y se encontró que el 5,8% de los cuartos fueron positivos para *S. aureus*⁽¹⁹⁾. Mientras otro estudio en Colombia en 2008 en donde se analizaron 2854 vacas, encontrándose una prevalencia de 29,1% de mastitis por *S. aureus*, constituyéndose en el principal agente etiológico⁽²⁾. Dada la situación actual, ante la necesidad de mejorar la calidad de la leche y sus productos, se propuso como meta estimar mejor la prevalencia utilizando el método Bayesiano del aislado de *S. aureus* a partir de muestras de leche de vacas en el Valle del Cauca.

Materiales y métodos

Aval ético

Esta investigación fue aprobada por el comité de ética en investigación de la Universidad Libre - Cali, Colombia (Acto número 3, junio de 2015). los sujetos de estudio son animales y la única intervención es la recolección de la muestra de leche que se realiza durante el proceso normal de ordeño, sin que implique ningún tipo de daño al animal. *Las explotaciones lecheras*

consideradas para la muestra trabajan en programas de mejora de la calidad de la leche, la mayoría de ellas pequeños productores con menos de 50 vacas. Se invitó a los productores a participar de manera voluntaria y se llenó una autorización con la empresa recolectora de leche, informando al administrador o propietario o representante legal de la asociación de productores de manera clara sobre los riesgos, beneficios del tipo de trámite y sobre el alcance de los resultados. La información y los resultados obtenidos fueron manejados con confidencialidad en los hatos lecheros donde se llevó a cabo la investigación y son de gran ayuda para la empresa recolectora de leche y a los productores lecheros para aplicar correctivos.

Tipo de estudio

Se realizó un estudio observacional, transversal y descriptivo. Se tomaron 1070 muestras de leche de vacas especializadas en la producción de leche. Se contó con una población de 2.584 vacas lecheras, perteneciente a 43 hatos lecheros, de las cuales se obtuvo una muestra de 273 vacas, perteneciente a 17 hatos lecheros. Se seleccionaron, utilizando un método de muestreo aleatorio estratificado que asumió la vaca como unidad muestral. Para estimar el tamaño de la muestra se tomó como referencia una prevalencia de 28,48%; este valor fue la prevalencia de varios estudios realizados previamente en Colombia ^(2,13,18). El tamaño de la muestra se calculó asumiendo una proporción (prevalencia) como parámetro a estimar, junto con su intervalo de confianza al 95% y un error de estimación del 5%. Las regiones (conglomerados) estaban formadas por agrupaciones de explotaciones lecheras en regiones geográficas establecidas dividiendo la provincia según los puntos cardinales. Los hatos se estratificaron en dos grupos según el número de animales que tenían, en cada región tenían tanto hatos lecheros pequeños (estrato uno), como hatos grandes (estrato dos). La muestra final de animales estuvo conformada por 273 vacas, así: 130 vacas que pertenecían a los hatos lecheros del estrato uno y 143 vacas pertenecientes a los hatos lecheros del estrato dos. Los hatos de la muestra se seleccionaron mediante números aleatorios en la hoja de cálculo Excel 2010.

Localización del estudio

La investigación tuvo como objetivo hatos lecheros afiliados a una empresa recolectora de leche de toda la provincia del Valle del Cauca, ubicada en un Valle interandino en el suroeste de Colombia, cuyas coordenadas son 3° 25' 00 N y 76°31'00 O.

Variables

La recolección de datos en campo se realizó antes, durante y después del ordeño. La información sobre las variables raza, edad, etapa de lactancia, número de partos, producción

de leche por día, tamaño de la lechería y recuento de células somáticas en tanque de carga se tomó de los registros de la lechería. Aspectos como el sistema de ordeño, la higiene del ordeño, la desinfección de los pezones antes del ordeño, la desinfección de los pezones después del ordeño y el uso de ropa adecuada se evaluaron directamente mediante inspección visual en el lugar.

Toma de muestras de leche

Se recolectaron muestras de todos los cuartos mamarios de 273 vacas lecheras. Para la recolección y transporte de las muestras de leche se utilizaron tubos estériles de un solo uso de 15 ml, con 8 ml de medio triptona (*Becton, Dickinson and Company, Le Pont de Claix, Francia*), como medio de transporte y conservación de la muestra. Cada tubo estaba debidamente etiquetado con el nombre o número de la vaca, la fecha y el nombre del hato. Las muestras se recolectaron siguiendo las instrucciones del laboratorio Handbook of bovine mastitis del U.S. National Mastitis Council ⁽¹²⁾. Posteriormente, se realizó la Prueba de Mastitis de California (CMT) (Novalfarm Ltda., Bogotá. D.C., Colombia), como prueba indirecta para la detección de mastitis. Una vez obtenidas las muestras de leche, se refrigeraron a 4°C en una hielera de poliestireno, sellándola con cinta adhesiva y transportándola al Laboratorio de la Universidad Libre en un tiempo no mayor a 24 horas para su cultivo.

Cultivo de *Staphylococcus aureus*

Se homogeneizaron las muestras de leche y se esparció un volumen de 200 microlitros en la placa de Petri estéril en todas las direcciones en Chapman (agar sal manitol) (*Becton, Dickinson and Company, Loveton circle, Sparks, MD, EE. UU.*), un medio selectivo para *S. aureus*. La incubación se realizó a 37 °C en condiciones aeróbicas, con 5% de CO₂, durante 24 a 48 horas en una incubadora REVCO, de acuerdo con las instrucciones del Manual de laboratorio de mastitis bovina del Consejo Nacional de Mastitis de EE.UU., 2005. Para las muestras, con resultado positivo para el género *Staphylococcus*, se identificó el género y la especie *aureus* mediante tinción de Gram y prueba de coagulasa en tubo. La cepa de control *S. aureus* ACT25923 se utilizó como control de calidad en el cultivo.

Análisis de los datos

Se estimó la prevalencia de infección para cada región, hato lechero y vaca. Dado que los tamaños de muestra se reducen bastante al pasar por los diferentes estratos, se decidió utilizar procedimientos de inferencia bayesiana para obtener estimaciones estables. Los métodos bayesianos son muy útiles para estimar los parámetros desconocidos cuando los tamaños de muestra son pequeños o no es posible garantizar la absoluta aleatoriedad de la muestra. Este

paradigma utiliza como supuesto teórico de intercambiabilidad en las observaciones, que es más flexible que el supuesto independiente e idénticamente distribuido utilizado por el paradigma clásico de la estadística. Se asumió como caso de infección el animal que tenía al menos una de las muestras de leche positivas para *S. aureus* (se tomó una muestra por pezón). En todos los casos se asumió como parámetro de interés la proporción de casos infectados, y como distribución de probabilidad previa una distribución Uniforme (0,1), lo que indica que antes de obtener los datos en campo se esperaba que todos los valores de prevalencia tuvieran la misma probabilidad de ser observados. Además de la estimación puntual, se calculó una región de credibilidad del 95% ^(3,9).

Resultados

Características de los Hatos lecheros

La mayoría de los hatos lecheros incluidos en la muestra (52,94%) están ubicados en la región central de la provincia del Valle del Cauca (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de los hatos seleccionados para la encuesta de *Staphylococcus aureus*.

La mayoría de las vacas eran de la raza Holstein + Gyr en los hatos grandes y mestizas en los hatos pequeños. La mediana de edad fue (seis años) en ambos estratos y el número de nacimientos es aceptable, según las características de producción en Colombia. La mayoría de las vacas incluidas en la muestra se encontraban en el primer y segundo trimestre de lactancia. Después de la desinfección de los pezones antes del ordeño en todas las vacas, se realizó el secado con el periódico en el 96,3% y con papel bond en el 3,7%, materiales que vuelven a contaminar el pezón. Se observó que la mayoría de los pezones están sanos. Al realizar el análisis de todas las muestras de leche en el 64,6% de los casos, la Prueba de Mastitis de California (CMT) arrojó resultado positivo para la presencia de mastitis subclínica. De las 1.070 muestras de leche obtenidas de 273 vacas lecheras, 87 de ellas (31,9% de los casos) se presentó la infección por *S. aureus*.

Prevalencia de infección por *Staphylococcus aureus*

Las estimaciones de prevalencia para la provincia, en general, y para las regiones (en la misma zona), se obtuvieron asumiendo una distribución previa menos informativa (principio de La Place), es decir, el modelo estadístico desarrollado para aproximar los valores de prevalencia de infección a partir del supuesto de que todas las estimaciones de prevalencia posibles para la provincia y sus regiones tienen la misma probabilidad de ocurrir ([Tabla 1](#)).

Tabla 1. Prevalencia de infección por *Staphylococcus aureus* por vaca obtenida mediante métodos de estimación bayesianos.

<i>Región</i>	<i>Número de vacas infectadas</i>	<i>Prevalencia Bayesiana</i>	<i>95% Región de confiabilidad</i>
Norte (n=28)	9	0,333	0,273-0,507
Centro (n=190)	65	0,344	0,320-0,413
Sur (n=55)	13	0,246	0,205-0,364
Total (n=273)	87	0,319	0,300-0,376

Al comparar las estimaciones de prevalencia por regiones, se observó que entre las regiones centro y norte, la diferencia no es estadísticamente significativa; mientras que la región sur tiene una prevalencia de infección que tiende a ser menor que la observada en las otras dos regiones; esta diferencia fue estadísticamente significativa (factor de Bayes igual a 2,87).

La prevalencia estimada para los hatos lecheros clasificados como grandes fue de 0,179 IC del 95% (0,157-0,246); mientras que para los hatos lecheros clasificados como pequeños, la estimación fue de 0,478 IC del 95% (0,448-0,563). Estos resultados sugieren que la prevalencia de *S. aureus* en las vacas lecheras es significativamente mayor en los hatos lecheros pequeños, en comparación con los hatos lecheros grandes ([Tabla 2](#)).

Tabla 2. Prevalencia bayesiana de infección por *S. aureus* de vacas lecheras según tamaño y ubicación de la explotación lechera.

Región	Tipo de hato lechero	Número de vacas infectadas	Prevalencia	95% Región de confiabilidad
Norte	Grande (n=22)	5	0,250	0,188-0,434
	Pequeño (n=6)	4	0,627	0,516-0,902
Centro	Grande (n=77)	13	0,177	0,147-0,267
	Pequeño (n=113)	52	0,460	0,429-0,551
Sur	Grande (n=44)	7	0,174	0,133-0,297
	Pequeño (n=11)	6	0,540	0,448-0,789

Estimación de las proporciones de infección por *S. aureus* considerando el cuarto mamario muestreado.

Se estimó la proporción de cuarto mamario infectado para la provincia, región y hato lechero. Entre las 1070 muestras de leche que se estudiaron, 168 tuvieron un cultivo positivo para infección por *S. aureus*, lo que representa una proporción de 0,157, IC 95% (0,151-0,181) de los cuartos mamarios. En los hatos lecheros clasificados como pequeños, se observaron 501 cuartos mamarios, de los cuales 118 estaban infectados por *S. aureus*, por lo que la proporción estimada de cuartos mamarios infectados fue 0,24, IC 95% (0,226-0,278) ([Tabla 3](#)).

Al evaluar la distribución de cultivos con resultado positivo por la ubicación del cuarto mamario en la ubre de la vaca, 39 (23,2%) cuartos mamarios infectados fueron los anteriores izquierdos; 43 (25,6%) los cuartos mamarios anteriores derechos; 42 (25%) infecciones se habían presentado en los cuartos mamarios posteriores izquierdos; y 44 (26,2%) eran vacas que tenían sus glándulas posteriores derechas infectadas por *S. aureus* ([Tabla 3](#)).

Tabla 3. Estimación de la proporción de cuartos mamarios afectados por región.

		<i>Número de cuartos mamarios infectados</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>95% región de confiabilidad</i>
Provincia (n=1070)		168	0,158	0,151-0,181
Norte	Región (n=111)	13	0,124	0,102-0,191
	Hatos Grandes (n=87)	8	0,101	0,079-0,173
	Hatos Pequeños (n=24)	5	0,233	0,172-0,413
Centro	Región	124	0,170	0,161-0,198
	Hatos Grandes (n=306)	22	0,075	0,064-0,106
	Hatos Pequeños (n=433)	102	0,239	0,226-0,280
Sur	Región	31	0,144	0,128-0,192
	Hatos Grandes (n=176)	20	0,118	0,101-0,170
	Hatos Pequeños (n=44)	11	0,261	0,215-0,395

Discusión

La prevalencia de infección en vacas lecheras por *S. aureus* fue de 31,9%, superior a la informada en Finlandia 21%⁽²³⁾; y mucho más alto que lo reportado en el noreste de África, 16,2% y 13,7% en Jordania^(1,6). La diferencia del presente trabajo con el informe de los anteriores autores es que tomaron muestras de leche solo de las vacas que dieron positivo a la prueba tamiz cualitativa de CMT y vacas con mastitis clínica, dejando muchas vacas con mastitis subclínica sin cultivos bacterianos, por lo que podrían resultar en falsos negativos. Además, en Finlandia el mayor patógeno causante de mastitis es el *Staphylococcus coagulasa* negativo con 43%, seguido del *S. aureus* y *Streptococcus uberis*, contrario a lo reportado en estudios en Colombia^(2,7); *Finlandia* tiene un programa nacional de vigilancia de la calidad de leche que incluyen registros de todos los hatos y las vacas del país en cuanto a producción de leche, grasa, proteína y recuento de células somáticas en leche. Por otro lado, la investigación realizada en la región de Etiopia en África ha reportado baja prevalencia del patógeno *S. aureus*, en concordancia con otras investigaciones en la misma región y en la investigación realizada en Jordania solo se tuvo en cuenta para aislar el patógeno vacas con mastitis clínica y vacas que eran llevadas al sacrificio. Mientras que la prevalencia encontrada fue menor a la reportada en México, 58,8%, donde las vacas presentaban mastitis clínica al momento de recolección de las muestras⁽¹⁴⁾; también, prácticas deficientes de higiene en el ordeño como la falta de sellado de los pezones, mala higiene en los pisos, no separar al momento del ordeño los animales sanos de los enfermos de mastitis; y en Arauca (Colombia), la prevalencia tan alta

43,72%, debido a que las vacas eran encerradas desde la noche anterior en corrales, lo que facilita la transmisión del patógeno por el estrecho contacto entre los animales, también inadecuada limpieza de utensilios de ordeño, así como inadecuada limpieza en las manos ⁽⁷⁾.

Es bien sabido que la bacteria, después de instalada en un hato lechero, es bastante persistente y difícil de erradicar; y en muchos casos, es el principal microorganismo causante de mastitis ⁽¹⁰⁾. A pesar de ser hatos lecheros especializados, no se cumplen los protocolos de ordeño al 100%, es así que en algunos hatos faltan prácticas de higiene complementarias, como el uso de guantes y mascarillas, la desinfección de las ubres antes y después del ordeño, el secado de las ubres, las ubres con toallas desechables, contaminación por estiércol en la sala de ordeño de algunos hatos lecheros y esto genera alta prevalencia de patógenos ambientales y contagiosos como es el caso del *S. aureus*.

Los hatos lecheros de la región Sur presentan la menor prevalencia por vaca, 24%; en comparación con la región Norte y Central, con 33 y 34%, respectivamente. Esta baja prevalencia en la región Sur coincide con el bajo recuento celular de estos hatos lecheros, además de contar con instalaciones adecuadas como lo son zonas sucias con piso en cemento antiresbaladizo donde las vacas permanecen 2 horas antes de cada ordeño y son bañadas del barro y la suciedad, estas zonas son cubiertas con polisombra para evitar estrés por calor en el caso que permanezcan mucho tiempo en el corral, luego las vacas pasan al área limpia o zona de ordeño con un pasillo central y cubículos laterales para el ordeño, donde los operarios correctamente vestidos con peto, guantes y botas les realizan las prácticas de despunte, presellado, limpieza, colocación de pezoneras, ordeño y posterior sellado, para evitar la contaminación y después del ordeño las vacas salen a potrero o a un corral con comida. También se puede observar que la prevalencia de *S. aureus* en vacas lecheras es significativamente mayor en los hatos pequeños que en los hatos grandes, con porcentajes del 48% y 18%, respectivamente; los hatos pequeños en el presente estudio contaban con buen protocolo de ordeño, pero presentaban potreros y corrales con poco espacio y en muchos casos se presentaba hacinamiento, lo que favorece la transmisión del patógeno por contacto directo entre las vacas; además los hatos pequeños presentaban mayor porcentaje de vacas de raza Holstein en un 24,6%, mientras los hatos grandes presentaban 11,2%, como sabemos el factor racial es importante en la susceptibilidad a la mastitis, también los factores de estrés afectan más a esta raza, más si se encuentran en el trópico bajo con temperatura promedio de 22,7°C como en este estudio ⁽¹³⁾; La gran mayoría de las vacas en los hatos grandes son de raza Gyrolando 39,2%, resistentes a condiciones de altas temperaturas y humedad. Contrario a los hallazgos de Palacios, quien reportó una mayor prevalencia del patógeno en los hatos grandes;

este resultado puede deberse, según el autor, a las características propias de los diferentes establos del estudio, donde en los establos no separaban las vacas sanas de las vacas enfermas de mastitis para el ordeño lo que condujo a diseminar la enfermedad ⁽¹⁴⁾. Por el contrario, el resultado de nuestra investigación está de acuerdo con la alta prevalencia de mastitis asociada con la presencia del patógeno en los hatos lecheros en China, 46,2%, donde las vacas son manejadas en forma intensiva, y existe contacto estrecho entre las vacas ⁽²⁴⁾.

En Colombia, se ha encontrado una menor prevalencia de *S. aureus* en hatos pequeños: 18,9%; y 10,3% en la zona este de la Provincia de Antioquia; estos resultados difieren porque Ruiz utilizó un método de muestreo estratificado más preciso, pero de las muestras que dieron positivo en la prueba CMT; mientras que Trujillo realizó un muestreo no probabilístico ^(18,22). De las 1.070 muestras de leche cultivadas, 902 (84,30%) resultaron negativas y 168 (15,70%) positivas; Estos resultados concuerdan con los de Ramírez (2001), quien reportó 18,9% de crecimiento en cultivo, pero menor a lo encontrado por Calderón (2008), en el altiplano Cundiboyacense (en las Provincias de Cundinamarca y Boyacá), quien obtuvo 29,9% del crecimiento del patógeno en sus aislados; Palacios, 29,60% (2017); Ruiz, 29,6% (2011); y Zutic, 39,6% (2012) ⁽²⁵⁾. Todas las muestras recolectadas en este estudio fueron sometidas a una prueba subjetiva de cribado conocida como CMT, arrojando una prevalencia de mastitis subclínica del 64,65%, considerando trazas; y 45,88%, sin considerar trazas, mostrando grandes diferencias con respecto a los obtenidos por cultivo, posiblemente por la presencia de otros microorganismos que no son cultivables fácilmente como el *Mycoplasma spp.*, *Leptospira spp.*, *Brucella spp.* y otras micobacterias, también por mastitis no infecciosas como son traumatismo, estrés, temperaturas ^(5,14). Un gran error que se encontró en la mayoría de los hatos lecheros (96,3%) es secar la ubre con un periódico después de la desinfección, se sabe que el uso de elementos adecuados como toallas desechables disminuye la transmisión del patógeno entre el ordeñador y las vacas, así como el lavado de manos ⁽¹³⁾.

Conclusiones

Si tenemos en cuenta que la mitad de la leche que se consume en Colombia no es pasteurizada, debemos entender que esto genera un alto impacto en la salud pública debido a una posible contaminación por el patógeno.

Como se describe en este estudio, la mayoría de los hatos lecheros son pequeños y están ubicadas en la región central de la provincia del Valle del Cauca, que también tiene la mayor población de ganado; por lo tanto, tiene un mayor riesgo de transmisión del patógeno, debido

al mayor intercambio comercial entre los ganaderos, mayor cantidad de visitas de trabajadores, comerciantes, veterinarios en los hatos de la zona.

Se puede mejorar el nivel sanitario de los productores de leche visitados, con medidas higiénicas como el uso de guantes, mascarillas, selladores adecuados y papeles desechables, con el fin de reducir la presencia de *S. aureus*.

Se requiere investigación a nivel de hatos pequeños, además de identificar genéticamente las cepas clonales que están afectando los hatos lecheros.

Una de las dificultades del presente estudio fue el costo de recolectar las muestras y transportarlas desde las diferentes regiones geográficas.

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses con respecto al trabajo presentado en este informe. La investigación recibió ayuda económica de la Universidad Libre, seccional Cali.

Agradecimientos

A la Universidad Libre y su Maestría en Epidemiología; laboratorio de genética y biología molecular para realizar las pruebas; A los estudiantes del programa de Estadística de la Universidad del Valle. A Los productores de los hatos lecheros.

Referencias

1. Asrat AMD, Woldeamanuel Y, Tefera G. Identification and antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus aureus* isolated from milk samples of dairy cows and nasal swabs of farm workers in selected dairy farms around Addis Ababa, Ethiopia. *Afr J Microbiol Res* 2013; 7 (27): 3501–10. doi: 10.5897/AJMR12.2060
2. Calderón A, Rodríguez VC. Prevalência de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia). *Rev Colomb Cienc Pecu* 2008; 21 (4): 582–9. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324330>
3. Dürr S, Bonfoh B, Schelling E, Kasymbekov J, Doherr MG. Europe PMC Funders Group Bayesian estimation of the seroprevalence of brucellosis in humans and livestock in Kyrgyzstan. *Sci el Tech* 2016; 32 (3): 801–15. doi:10.20506/rst.32.2.2215

4. García-Álvarez L, Holden MTG, Lindsay H, Webb CR, Brown DFJ, Curran MD, *et al.* Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* with a novel *mecA* homologue in human and bovine populations in the UK and Denmark: A descriptive study. *Lancet Infect Dis* 2011; 11 (8): 595-603. doi: 10.1016/S1473-3099(11)70126-8
5. Gómez-quispe OE, Santivañez-ballón CS, Arauco- F, Espezua-flores OH, Manrique-meza J. Criterios de Interpretación para California Mastitis Test en el Diagnóstico de Mastitis Subclínica en Bovinos. *Rev Inv Vet Peru* 2015; 26 (1): 86–95. doi: 10.15381/rivep.v26i1.10912
6. Ismail ZB. Molecular characteristics, antibiogram and prevalence of multi-drug resistant *Staphylococcus aureus* (MDRSA) isolated from milk obtained from culled dairy cows and from cows with acute clinical mastitis. *Asian Pac J Trop Biomed* 2017; 7 (8): 694–7. doi: 10.1016/j.apjtb.2017.07.005
7. Jaramillo DA, Mojica JA. prevalencia de mastitis subclínica en sistemas de producción bovina doble propósito de la vereda matepiña del municipio de Arauca. *Rev Sist Prod Agroecol* 2014; 5 (2): 126 – 42.
https://agroecologicos.unillanos.edu.co/images/revistas/2014_2/articulo_9.pdf
8. Köck R, Schaumburg F, Mellmann A, Köksal M, Jurke A, Becker K, *et al.* Livestock-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) as Causes of Human Infection and Colonization in Germany. *PLoS One* 2013; 8 (2): e55040. doi:10.1371/journal.pone.0055040
9. Loi F, Berchiolla P, Masu G, Masala G, Scaramozzino P, Carvelli A, *et al.* Prevalence estimation of Italian ovine cystic echinococcosis in slaughterhouses : A retrospective Bayesian data analysis , 2010 – 2015. *PLoS One* 2019; 14 (44): 2010–5. doi:10.1371/journal.pone.0214224
10. Maréchal C Le, Jardin J, Jan G, Even S, Pulido C, Guibert J, *et al.* *Staphylococcus aureus* seroproteomes discriminate ruminant isolates causing mild or severe mastitis. *Vet Res* 2011; 42 (1): 35. doi: 10.1186/1297-9716-42-35
11. McMillan K, Moore SC, McAuley CM, Fegan N, Fox EM. Characterization of *Staphylococcus aureus* isolates from raw milk sources in Victoria, Australia. *BMC Microbiol* 2016; 16 (1): 169. doi: 10.1186/s12866-016-0789-1
12. National Mastitis Council. Laboratory Handbook on bovine mastitis. Second pri., Verona, Wisconsin, USA: NMC ; 2005.

13. Ramírez N, Arroyave HO, Ceron-muñoz M, Jaramillo M, Ceron J, Palacio LG. Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia. *Rev Med Vet* 2011; (22): 31–42. doi: 10.19052/mv.562
14. Raygosa JB, Torres JP, Hori-oshima S, Angulo VCE, Renteria ET, Medina B, *et al.* Identificación molecular y frecuencia de patógenos aislados de mastitis bovina en establos de la Península de Baja California , México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2018; 52 (686): 15. doi: 10.22319/rmcp.v9i4.4365
15. Reyher KK, Haine D, Dohoo IR, Revie CW. Examining the effect of intramammary infections with minor mastitis pathogens on the acquisition of new intramammary infections with major mastitis pathogens-A University of Brist. *J Dairy Sci* 2012; 95 (11): 1–20. doi: 10.3168/jds.2012-5594
16. Rola JG, Czubkowska A, Korpysa-Dzirba W, Osek J. Occurrence of *Staphylococcus aureus* on farms with small scale production of raw milk cheeses in poland. *Toxins* 2016; 8(3): 9. doi: 10.3390/toxins8030062
17. Ruiz AK, Ponce P, Mota RA, Sampaio E, Lucena ER, Benone S. Prevalencia de mastitis subclínica y microorganismos asociados: Comparación entre ordeño manual y mecánico, en Pernambuco, Brasil. *Rev salud Anim* 2011; 33 (1): 57–64. Available from: <http://revistas.censa.edu.cu/index.php/RSA/article/view/243>
18. Ruiz JD; Ramírez, Ramirez NF; Arroyave O. Determinación de concentraciones inhibitorias mínimas a algunos antibióticos de las bacterias aisladas de glándula mamaria bovina en San Pedro de los Milagros, Antioquia. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2001; 14 (2): 141–52. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323761>
19. Sánchez P, Norma B, Gutiérrez P. Frecuencia y susceptibilidad antimicrobiana del estafilococo coagulasa negativo aislado de mastitis bovina en fincas lecheras del Tolima, Colombia. *Rev Med Vet* 2015; 73 (30): 83–93. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=122>
20. Senturk B. Evaluation of the Costs of Clinical Mastitis Treatment in Dairy Farming. *World's Vet J* 2014; 6 (1): 11. doi: 10.5455/wvj.20140239
21. Stanchi NO. *Microbiología Veterinaria* . 1 ed. Buenos Aires: Inter-medica, editor; 2010.

22. Trujillo CM, Ramírez N, Palacio LG. Prevalence of Mastitis in Dairy Herds In Eastern Antioquia. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2011; 24 (574): 11–8. doi: 10.17/CBO9781107415324.004
23. Vakkamäki J, Taponen S, Heikkilä AM, Pyörälä S. Bacteriological etiology and treatment of mastitis in Finnish dairy herds. *Acta Vet Scand* 2017; 59 (1): 1–9. doi: 10.1186/s13028-017-0301-4
24. Wang W, Lin X, Jiang T, Peng Z, Xu J, Yi L, *et al.* Prevalence and characterization of *Staphylococcus aureus* cultured from raw milk taken from dairy cows with mastitis in Beijing, China. *Front Microbiol* 2018; 9: 1123. doi:10.3389/fmicb.2018. 01123
25. Zutic M, Cirkovic I, Pavlovic L, Zutic J, Asanin J, Radanovic O, *et al.* Occurrence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in milk samples from Serbian cows with subclinical mastitis. *Afr J Microbiol Res* 2012; 6 (29): 5887–9. doi:10.5897/AJMR 12.692