



# Evaluación de la resistencia antibiótica de bacterias aisladas de mastitis subclínica en bovinos de establos lecheros de Lurín, Lima

Evaluation of the antibiotic resistance of bacteria isolated from subclinical mastitis in cattle from dairy farms in Lurín, Lima

Miguel Miranda Quezada <sup>1</sup>, Siever Morales-Cauti <sup>1,2</sup>

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la resistencia antibiótica de bacterias aisladas de cuadros de mastitis subclínica en cuatro establos lecheros del distrito de Lurín, Lima - Perú, el año 2017. Se evaluaron 586 vacas Holstein sin cuadros de mastitis clínica durante la estación de verano, mediante la prueba de California Mastitis (CMT). Se colectaron muestras de leche de los cuartos que resultaron positivas al CMT (+, ++, +++) y se procedió al cultivo bacteriológico (agar sangre y agar McConkey) y se realizaron pruebas bioquímicas. Se evaluó la resistencia microbiana a ocho antibióticos utilizando la prueba de sensibilidad Kirby-Bauer. Se encontró 43.7% (256/586) de vacas con mastitis subclínicas y 12.4% (291/2344) de cuartos mamarios afectados. Las bacterias aisladas con mayor frecuencia fueron *Klebsiella oxytoca* (20.2%), *Enterobacter cloacae* (12.1%), y *Streptococcus agalactiae* (9.1%). Se observó resistencia a antibióticos en *K. oxytoca* a penicilina, cefalotina, amikacina, estreptomycin, tetraciclina, gentamicina, cefalexina y enrofloxacin entre un 62.9% y 91.9%. Las cepas de *E. cloacae* presentaron 100% de resistencia a la penicilina y para cefalotina, amikacina, estreptomycin, tetraciclina, gentamicina, cefalexina y enrofloxacin, entre 86.5% y 97.3%. En los aislados de *S. agalactiae* la resistencia observada a la penicilina, cefalotina, estreptomycin, tetraciclina, gentamicina, cefalexina y enrofloxacin estuvo entre el 10.7% y 82.1%. Para la amikacina la sensibilidad registrada fue del 100%.

PALABRAS CLAVE: mastitis, subclínica, leche de vaca, producción, resistencia antibiótica

## SUMMARY

The objective of the study was to determine the antibiotic resistance of bacteria isolated from subclinical mastitis in four dairy farms in the district of Lurín, Lima, Peru, in 2017. 586 Holstein cows without clinical mastitis were evaluated during the summer season, using the California Mastitis Test (CMT). Milk samples were collected from the quarters that were positive for CMT (+, ++, +++) and proceeded to bacteriological culture (blood agar and McConkey agar) and biochemical tests were performed. Microbial resistance to eight antibiotics was evaluated using the Kirby-Bauer susceptibility test. We found 43.7% (256/586) of cows with subclinical mastitis and 12.4% (291/2344) affected mammary quarters. The most frequently isolated bacteria were *Klebsiella oxytoca* (20.2%), *Enterobacter cloacae* (12.1%), and *Streptococcus agalactiae* (9.1%). Antibiotic resistance will be demonstrated in *K. oxytoca* to penicillin, cephalothin, amikacin, streptomycin, tetracycline, gentamicin, cephalexin and enrofloxacin between 62.9% and 91.9%. The *E. cloacae* strains showed 100% resistance to penicillin and to cephalothin, amikacin, streptomycin, tetracycline, gentamicin, cephalexin and enrofloxacin between 86.5% and 97.3%. In *S. agalactiae* isolates, the observed resistance to penicillin, cephalothin, streptomycin, tetracycline, gentamicin, cephalexin, and enrofloxacin ranged from 10.7% to 82.1%. For amikacin, the sensitivity recorded was 100%.

KEY WORDS: mastitis, subclinical, cow milk, production, antibiotic resistance

<sup>1</sup> Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

<sup>2</sup> Laboratorio de Microbiología y Parasitología Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

## INTRODUCCIÓN

La mastitis subclínica bovina es una de las principales causas de pérdidas económicas para el sector lechero, pues disminuye la producción y ocasiona pérdidas por el descarte de leche, mayor gasto en tratamientos y mano de obra (Abebe et al., 2016; Aliul et al., 2020; Zaatout et al., 2020). Esta afección se define por la ausencia de alteraciones en la leche y de signos clínicos, pero resulta positivo a la prueba californiana de mastitis (CMT) (Cobirka et al., 2020). Las evidencias más importantes son la presencia de los microorganismos causales y el aumento del contenido celular en la leche (Pinzón et al., 2009), afectando su calidad e inocuidad y constituyendo un peligro potencial para la salud de los consumidores. Los centros de acopio castigan la leche de baja calidad con el rechazo o con una penalidad en el precio, generando pérdidas al productor (Velásquez y Vega, 2012; Villanueva y Morales, 2017; Aliul et al., 2020).

La integridad del canal del pezón constituye una barrera mecánica con sustancias antimicrobianas, incluyendo linfocitos, inmunoglobulinas y células fagocíticas (Ashdown et al., 2011; Abebe et al., 2016; Cobirka et al., 2020; Zaatout et al., 2020), de allí que su deterioro incrementa el riesgo de infección intramamaria (Wolter et al., 2015). La deficiencia de energía y proteínas, así como de selenio, vitamina A, E,  $\beta$ -caroteno y minerales como zinc, cobre y cobalto aumentan la susceptibilidad para sufrir de mastitis aguda y tiene correlación con números elevados de células somáticas (Wolter et al., 2015; Pedersen et al., 2021). Los factores de riesgo ambientales y de manejo como el tamaño del hato, tipo de ordeño, materiales de cama, etapa productiva, higiene y técnicas de ordeño, pueden contribuir a la presentación del cuadro (Andresen, 2001; Ashdown et al., 2011; Abebe et al., 2016; Villanueva y Morales, 2017; Cobirka et al., 2020).

Entre los principales patógenos propios de la mastitis se encuentran *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* sp (*S. agalactiae*, *S. dysgalactiae*, *S. uberis*) (Ashdown et al., 2011; Ruegg, 2017; Zaatout et al., 2020) y entre los patógenos ambientales se encuentran *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter* sp, *Enterobacter aerogenes*, *Serratia* sp, *Proteus* sp (Ashdown et al., 2011; Aliul et al., 2020; Cobirka et al., 2020).

La frecuencia de presentación de la mastitis es muy variable, tanto en su forma subclínica como

clínica (Abebe et al., 2016; Villanueva y Morales, 2017; Cobirka et al., 2020), mostrando prevalencias de hasta 75% de hatos positivos y de 63% de animales afectados, siendo más frecuente la presentación subclínica que la clínica (Abebe et al., 2016). Por otro lado, se ha demostrado que alrededor del 60% de los aislados bacterianos a partir de casos de mastitis muestran resistencia al menos a un antibiótico, mayormente a estreptomycin, neomicina, cefalexina y penicilina (Villanueva y Morales, 2017; Pascu et al., 2022); e inclusive superiores a ello como el reportado por Cobirka et al. (2020) que haya resistencia antibiótica de 86% en cepas de *Streptococcus uberis* y 79% en *Escherichia coli*. En este contexto, el objetivo del estudio fue evaluar la resistencia antibiótica de las cepas bacterianas aisladas de las muestras de mastitis subclínica en bovinos de establos lecheros del distrito de Lurín, Lima, Perú, el año 2017.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en cuatro establos de ganadería lechera de crianza intensiva ubicados en el distrito de Lurín, Lima, Perú. Las muestras de leche se colectaron durante el mes de enero del 2017 (estación de verano), teniendo como criterios de inclusión cuartos aparentemente sanos, con producción de leche sin alteraciones físicas, pero con reacción positiva a la prueba de CMT. Se colectaron muestras de leche de 586 vacas de raza Holstein en ordeño (2344 cuartos mamaros). Estos animales recibían una alimentación a base de concentrado y forraje (chala), agua *ad libitum* y suplementos vitamínicos y minerales. El manejo contemplaba dos ordeños al día y se encontraban en corrales con un espacio vital aproximado de 30 m<sup>2</sup> por vaca, con cuidados post ordeño como el uso de selladores y sin historial de uso de antibióticos por lo menos en los 5 días previos al muestreo.

El muestreo se realizó durante el ordeño de la tarde a partir de las 16:00 horas. Para el diagnóstico de mastitis subclínica se utilizó la prueba de CMT, que es una prueba económica, rápida, y práctica y de uso rutinario en el campo (Ruegg, 2017). Esta prueba posee una sensibilidad del 92% y especificidad del 85%, y se fundamenta en la detección de células somáticas, relacionadas principalmente a la presencia de las células blancas y la reacción está relacionada con la abundancia de ellas presentes en la muestra de leche (Cobirka et al., 2020);

El procedimiento de evaluación se inició con la recolección de la muestra mediante ordeño manual.

Fueron descartados los tres primeros chorros y se tomó la muestra de leche de aproximadamente 2 ml de cada cuarto, en una raqueta de CMT. Seguidamente se agregó igual cantidad de solución CMT a cada compartimiento de la raqueta y se procedió a rotar la misma con movimientos circulares durante 15-20 segundos hasta lograr una solución homogénea para posteriormente proceder con la lectura y la interpretación respectiva. Los criterios diagnósticos fueron los siguientes:

- N = Negativo, cuando no se encontró espesamiento de la mezcla.
- T = Trazas (posible) ligero espesamiento de la mezcla, el cual se desvanece con la rotación continua de la raqueta.
- (+) = Positivo débil (infectado) cuando hubo espesamiento de la mezcla sin tendencia a formar gel.
- (++) = Positivo evidente (infectado) cuando hubo inmediato espesamiento de la mezcla con ligera formación de gel.
- (+++) = Positivo fuerte (infectado) cuando hubo formación de gel y la superficie de la mezcla se elevaba.

Se verificó que los cuartos con resultados positivos a CMT estuvieran clínicamente sanos. A estos cuartos (n=291) se le extrajo una muestra de leche (5 ml), se procedió a su conservación en un recipiente hermético (“cooler”) a 4 °C y fueron trasladadas al Laboratorio de Microbiología de la Universidad Científica del Sur, ubicada en el distrito de Chorrillo, Lima - Perú.

En el laboratorio se realizaron los cultivos en agar sangre y agar McConkey y se incubaron por 24 h a 37 °C. En los casos con crecimiento se procedió a la identificación bacteriana mediante pruebas bioquímicas en tubos de ensayos: tres azúcares, urea, lisina, citrato, esculina, manitol y TSC con plasma,

pruebas de oxidasa y catalasa, realizándose la lectura a las 24 h (Winn et al., 2008).

Para la evaluación de la sensibilidad antibiótica, se realizó la prueba de Kirby-Bauer a las bacterias aisladas e identificadas, inoculando las cepas en tubos de 5 ml con caldo de tripticasa de soya y luego se incubaron a 37 °C hasta que alcanzó el nivel estándar de turbidez de 0.5 en la escala de McFarland. Cinco minutos después se sumergió un hisopo estéril en la suspensión y se inoculó sobre la superficie de la placa de agar Muller Hinton. La siembra con el hisopo se hizo en tres direcciones para asegurar una distribución uniforme del inóculo. Luego de 5 min de reposo a temperatura ambiente se colocaron los discos de antibióticos con una pinza estéril de forma equidistante y se incubó durante 24 h a 37 °C. La lectura de las zonas de inhibición varió según el antibacteriano contenido en los discos de sensibilidad (Instituto Nacional de Salud (INS), 2002).

Se determinó la condición de sensibles, intermedios y resistentes de las cepas bacterianas identificadas frente a ocho antibióticos frecuentemente utilizados para el tratamiento de la mastitis bovina en el país: penicilina (P, 10 U), gentamicina (GM, 10 µg), cefalotina (CF, 30 µg), enrofloxacin (BAY, 5 µg), amikacina (MK, 30 µg) estreptomycin (S, 10 µg), tetraciclina (TE, 30 µg) y cefalexina (CFL, 30 µg) (INS, 2002). Los resultados fueron resumidos mediante estadística descriptiva y se presentaron en cuadros mostrando las frecuencias absolutas y relativas.

## RESULTADOS

Se observó que el 43,7% (256/586) de las vacas evaluadas presentaron un cuadro de mastitis subclínica (tabla 1), con afectación del 12,4% (291/2344) de los cuartos mamarios entre los 4 establos analizados (tabla 2).

**Tabla 1.**

Frecuencia de mastitis subclínica en cuartos mamarios de vacas lecheras provenientes de cuatro establos de Lurín, Lima – Perú, 2017.

Establo	Vacas evaluadas (n)	Vacas positivas		Cuartos evaluados (n)	Cuartos positivos	
		n	%		n	%
1	33	3	9,1	132	5	3,8
2	56	10	17,9	224	22	9,8
3	74	50	67,6	296	90	30,4
4	423	193	45,6	1692	174	10,3
Total	586	256	43,7	2344	291	12,4

**Tabla 2.**

Frecuencia de mastitis subclínica por cuarto mamario de vacas lecheras en cuatro establos de Lurín, Lima – Perú, 2017.

Establo	Total de cuartos positivos	Anterior derecho		Anterior izquierdo		Posterior derecho		Posterior izquierdo	
		n	%	n	%	N	%	n	%
1	5	2	40,0	1	20,0	0	0,0	2	40,0
2	22	6	27,3	7	31,8	4	18,2	5	22,7
3	90	24	26,7	23	25,6	22	24,4	21	23,3
4	174	45	25,9	39	22,4	41	23,6	49	28,2
Total	291	77	26,5	70	24,1	67	23,0	77	26,5

En el establo 1 solo se aisló *Staphylococcus epidermidis*, en el establo 2 hubo mayor frecuencia de *Escherichia coli* (50%), en el establo 3 se observó mayormente *Streptococcus agalactiae* (25,2%) y

en el establo 4 fueron *Klebsiella oxytoca* (23,8%) y *Enterobacter cloacae* (17,8%) las bacterias más predominantes (tabla 3).

**Tabla 3.**

Frecuencia de bacterias aisladas de cuartos mamaros con mastitis subclínica de vacas lecheras de cuatro establos de Lurín, Lima – Perú, 2017.

Establo (n=muestras)	Bacteria	Cuartos positivos a mastitis	
		n	%
Establo 1 (n=132)	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	5	3,8
Establo 2 (n=224)	<i>Escherichia coli</i>	3	1,3
	<i>Corynebacterium bovis</i>	1	0,4
	<i>Salmonella enterica</i>	1	0,4
	<i>Staphylococcus aureus</i>	1	0,4
Establo 3 (n=296)	<i>Streptococcus agalactiae</i>	28	9,5
	<i>Klebsiella oxytoca</i>	18	6,1
	<i>Staphylococcus aureus</i>	17	5,7
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	13	4,4
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	9	3,0
	<i>Bacillus sp.</i>	6	2,0
	Otros*	20	6,8
Establo 4 (n=1692)	<i>Klebsiella oxytoca</i>	44	2,6
	<i>Enterobacter cloacae</i>	33	2,0
	<i>Bacillus sp</i>	17	1,0
	Bacilos Gram (-) no fermentadores	17	1,0
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	14	0,8
	<i>Serratia marcescens</i>	14	0,8
	<i>Escherichia coli</i>	12	0,7
	Otros**	34	2,0

\**Escherichia coli* (4), *Enterobacter cloacae* (4), *Micrococcus sp.* (2), *Salmonella enterica* (2), *Serratia marcescens* (2), *Serratia marcescens* (2), *Streptococcus dysgalactiae* (2), *Klebsiella pneumoniae* (1), *Streptococcus uberis* (1).

\*\**Providencia stuartii* (7), *Providencia alcalifaciens* (7), *Salmonella enterica* (6), *Staphylococcus aureus* (4), *Hafnia alvei* (4), *Enterobacter aerogenes* (3), *Citrobacter freundii* (1), *Citrobacter koser* (1), *Shigella dysenteriae* (1).

Se aislaron 307 cepas bacterianas en los 291 cuartos con mastitis subclínica. El patógeno con mayor frecuencia de aislamiento fue *Klebsiella oxytoca*

con 20,2% (62/307) de cuartos afectados, seguido por *Enterobacter cloacae* con 12,0% (37/307) y *Streptococcus agalactiae* con 9,1% (28/307) (tabla 4).

**Tabla 4.**

Frecuencia de bacterias aisladas a partir de muestras positivas a mastitis subclínica en vacas de cuatro establos lecheros de Lurín (n=307). Lima – Perú, 2017.

Bacterias	Cuartos positivos a CMT	
	n	%
<i>Klebsiella oxytoca</i>	62	20,2
<i>Enterobacter cloacae</i>	37	12,1
<i>Streptococcus agalactiae</i>	28	9,1
<i>Bacillus sp</i>	23	7,5
<i>Staphylococcus aureus</i>	22	7,8
<i>Escherichia coli</i>	19	6,2
Bacilos Gram (-)no fermentadores	17	5,5
<i>Enterobacter aerogenes</i>	16	5,2
<i>Serratia marcescens</i>	16	5,2
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	15	4,9
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	14	4,6
Otras bacterias*	36	11,7

\**Salmonella enterica* (9), *Providencia stuartii* (7), *Providencia alcalifaciens* (7), *Hafnia alvei* (4), *Micrococcus sp.* (2), *Streptococcus dysgalactiae* (2), *Citrobacter freundii* (1), *Citrobacter koser* (1), *Shigella dysenteriae* (1), *Corynebacterium bovis* (1), *Streptococcus uberis* (1).

Al seleccionar los tres patógenos bacterianos con mayor presencia en el perfil de sensibilidad, se encontró que *Klebsiella oxytoca* y *Enterobacter*

*cloacae* tenían mayores índices de resistencia con relación a *Streptococcus agalactiae* (tabla 5).

**Tabla 5.**

Resistencia antibacteriana de las tres principales bacterias aisladas a partir de muestras positivas a mastitis subclínica de establos lecheros de Lurín, Lima – Perú, 2017.

Antibióticos	<i>K. oxytoca</i> (N=62)		<i>E. cloacae</i> (N=37)		<i>S. agalactiae</i> (N=28)	
	n	%	n	%	n	%
Penicilina	57	91,9	37	100,0	23	82,1
Cefalotina	53	85,4	34	91,9	10	35,7
Amikacina	39	62,9	35	94,6	0	0
Estreptomina	49	79,0	32	86,5	12	42,9
Tetraciclina	52	83,9	36	97,3	19	67,9
Gentamicina	55	88,7	35	94,6	3	10,7
Cefalexina	49	79,0	34	91,9	15	53,6
Enrofloxacina	56	90,3	36	97,3	16	57,1



## DISCUSIÓN

El estudio reportó una alta frecuencia de presentación de mastitis subclínica bovina (43.7%), la cual podría verse favorecido por el clima húmedo del área de estudio, la temperatura promedio del verano (aproximadamente de 27°C), humedad relativa (67%) y las características propias de un sistema de producción intensivo. Salazar et al. (2003) había reportado en un establo de Lima, índices altos de presentación subclínica alcanzando 43.8% (5/16) de casos de mastitis subclínicas y 10,9% (7/64) de cuartos afectados en vacas de producción; en tanto que Gómez-Quispe et al. (2015) reportaron 65,6% de vacas con mastitis subclínica y 42.3% de cuartos afectados en vacas en el departamento de Abancay. Las diferencias entre los resultados de los estudios podría estar asociado a la participación de múltiples factores de riesgo que caracterizan a la enfermedad y la particularidades ambientales en los lugares donde se realizaron, dentro de los cuales están identificados factores como el clima, la temperatura, el tipo de instalaciones y el tipo de crianza (Abebe et al., 2016; Pascu et al., 2022).

Los cuartos mamarios evaluados en el estudio presentan índices de mastitis subclínica similares (entre 23 y 26.5%). Aunque son fisiológicamente independientes, estos presentarían el mismo riesgo de infección bacteriana, confirmando lo sostenido por Botrel et al. (2010) y Oliver y Murinda (2012), quienes plantean que no existe diferencia de susceptibilidad frente a los principales patógenos como los oportunistas ambientales o de contaminación fecal.

La frecuencia de mastitis subclínica en los cuatro establos se encontró entre 3.8 a 30.4%, con una gran variedad y diversidad de patógenos entre ellos, reconociéndose en algunos casos patógenos ambientales como contagiosos. Este tipo de presentación también se ha observado en los reportes de De Vlieghe et al. (2012), Abebe et al. (2016), Cobirka et al. (2020) y Pascu et al. (2022), quienes reportan diferentes tipos de bacterias reconociendo como las principales a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, y *Streptococcus agalactiae*, y en frecuencia de presentación cercanos al 40%. Sin embargo, el presente reporte difiere de la literatura y presenta a *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter cloacae* como los patógenos más frecuentes causantes de mastitis subclínica en las condiciones en el que se desarrolla la crianza en los cuatro establos estudiados. Estas bacterias son reconocidos como patógenos dentro del grupo de coliformes (Cobirka et al., 2020; Zaatout et

al., 2020), relacionados con la contaminación fecal y vinculados principalmente con la mastitis clínica como lo describen Pascu et al. (2022). En el caso de *Streptococcus agalactiae*, se coincide con los reportes Pascu et al. (2022) quienes encuentran que este patógeno es un hallazgo frecuentes en casos de mastitis en bovinos con presentación entre 6,8 y 14,4%.

La resistencia antibiótica es un problema creciente en casos enfermedades infecciosas en el ganado (incluyendo la mastitis), en la salud animal en general y la salud pública en el mundo (Pascu et al., 2022). Los resultados del estudio muestran niveles de resistencia hasta de 100% de algunas patógenos a determinados antibióticos o niveles cercanos a estos. Otros estudios como el de Botrel et al. (2010) y Pascu et al. (2022), evidencian un crecimiento progresivo de esta característica de resistencia y llaman la atención respecto al riesgo que representa este fenómeno para la salud global (De Jong, 2018; Cobirka et al., 2020); Esto implica la presencia y riesgo de transmisión de genes de resistencia, diseminándose de forma horizontal de bacteria a bacteria por diversos mecanismos de evolución de estos patógenos. Varios estudios reportan resistencia a la penicilina por encima del 50% de las cepas estudiadas (Oliver y Murinda, 2012; Pascu et al., 2022), lo que también se muestra en los resultados obtenidos en el estudio realizado en Lurín, donde se encontró que el 100% de cepas de *E. cloacae* eran resistentes a la penicilina

Los altos niveles de resistencia reportados en el presente estudio y el progresivo incremento de estos niveles, puede ser la respuesta a las condiciones de crianza intensiva de los animales. En este sentido, Oliver y Murinda (2012), Oliver et al. (2011), De Jong et al. (2018) y Pascu et al. (2022) mencionan que se hace uso frecuente e inadecuado de antibióticos en los programas de prevención y control de las mastitis y otras enfermedades, generando una presión evolutiva favorable a la resistencia y una selección positiva de estos caracteres en estas cepas bacterianas.

Finalmente, las cepas que se reportan en el presente estudio son reconocidos también afectando al humano, lo cual favorece la diseminación de cepas resistentes que pueden comprometer la salud global (Call et al., 2008; Oliver et al., 2011). Por ello se viene promoviendo la búsqueda de alternativas terapéuticas a través del uso de bacteriocinas, bacterias probióticas, bacteriófagos y fotoquímicos bioactivos (Botrel et al., 2010; Wilson et al., 2020; Zaatout et al., 2020), que no solo compiten con

los patógenos bacterianos, sino que evidencian otros mecanismos biológicos favorables. Estas actividades se encuentran enmarcada dentro del plan de acción global contra la resistencia antibiótica promovida por la FAO, OIE y OMS (Organización Mundial de salud animal (OIE), 2015). Por ello el monitoreo de patrones de resistencia antimicrobiana de aislamientos bacterianos de casos de mastitis es de utilidad para las decisiones de tratamiento, el uso prudente de antimicrobianos en las explotaciones lecheras y control de la persistencia y propagación de cepas bacterianas resistentes a los antimicrobianos a los animales, los seres humanos y el medio ambiente.

## CONCLUSIONES

*Streptococcus agalactiae*, *Klebsiella oxytoca* y *Enterobacter cloacae* fueron los agentes bacterianos observados con mayor frecuencia en casos de mastitis subclínica en vacas lecheras de cuatro establos de Lurín, Lima - Perú.

Los aislados presentaron una mayor frecuencia de resistencia a la penicilina, cefalotina, estreptomycin, tetraciclina, gentamicina, cefalexina y enrofloxacin.

## Correspondencia

Siever Morales-Cauti

Correo electrónico:sieverm@hotmail.com

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Abebe, R., Hatiya, H., Abera, M., Megersa, B., & Asmare, K. (2016). Bovine mastitis: prevalence, risk factors and isolation of *Staphylococcus aureus* in dairy herds at Hawassa milk shed, South Ethiopia. *BMC veterinary research*, 12(1), 1-11.
2. Andresen, H. (2001). Mastitis: prevención y control. *Rev investig vet Perú*, 12(2), 55-64.
3. Aliul, H., Kumar, P. A., Mahmood, R. M., Mizanur, R., & Selim, A. M. (2020). Investigation of prevalence and risk factors of subclinical mastitis of dairy buffaloes at Bhola district of Bangladesh. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 6(4), 697-704.
4. Ashdown, R., Done, S., Barnett, S., & Baines, E. (2011). *Atlas en Color de Anatomía Veterinaria – Rumiantes*. Elsevier.
5. Botrel, M. A., Haenni, M., Morignat, E., Sulpice, P., Madec, J. Y., & Calavas, D. (2010). Distribution and antimicrobial resistance of clinical and subclinical mastitis pathogens in dairy cows in Rhône-Alpes, France. *Foodborne pathogens and disease*, 7(5), 479-487.
6. Call, D. R., Davis, M. A., & Sawant, A. A. (2008). Antimicrobial resistance in beef and dairy cattle

- production. *Animal Health Research Reviews*, 9(2), 159-167
7. Cobirka, M., Tancin, V., & Slama, P. (2020). Epidemiology and classification of mastitis. *Animals*, 10(12), 2212.
8. de Jong, A., El Garch, F., Simjee, S., Moyaert, H., Rose, M., Youala, M., ... & VetPath Study Group. (2018). Monitoring of antimicrobial susceptibility of udder pathogens recovered from cases of clinical mastitis in dairy cows across Europe: VetPath results. *Veterinary microbiology*, 213, 73-81.
9. De Vliegher, S., Fox, L. K., Piepers, S., McDougall, S., & Barkema, H. W. (2012). Invited review: Mastitis in dairy heifers: Nature of the disease, potential impact, prevention, and control. *Journal of dairy science*, 95(3), 1025-1040.
10. Instituto Nacional de Salud. (2002). *Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión*. Instituto Nacional de Salud Perú.
11. Gómez-Quispe, O. E., Santivañez-Ballón, C. S., Arauco-Villar, F., Espezua-Flores, O. H., & Manrique-Meza, J. (2015). Criterios de interpretación para California Mastitis Test en el diagnóstico de mastitis subclínica en bovinos. *Rev investig vet Perú*, 26(1), 86-95.
12. Oliver, S. P., Murinda, S. E., & Jayarao, B. M. (2011). Impact of antibiotic use in adult dairy cows on antimicrobial resistance of veterinary and human pathogens: a comprehensive review. *Foodborne pathogens and disease*, 8(3), 337-355.
13. Oliver, S., Murinda, S. (2012). Antimicrobial Resistance of Mastitis Pathogens. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 28(2):165-185. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2012.03.005>
14. Organización mundial de salud animal. (2015). *Resistencia antimicrobiana – hojas informativas*. Organización mundial de salud animal. <https://www.oie.int/app/uploads/2021/03/antibio-es.pdf>
15. Pascu, C., Herman, V., Iancu, I., & Costinar, L. (2022). Etiology of Mastitis and Antimicrobial Resistance in Dairy Cattle Farms in the Western Part of Romania. *Antibiotics*, 11(1), 57.
16. Pedersen, R. R., Krömker, V., Bjarnsholt, T., Dahl-Pedersen, K., Buhl, R., & Jørgensen, E. (2021). Biofilm research in bovine mastitis. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 449.
17. Pinzón, A., Moreno, F. C., & Rodríguez, G. (2009). Efectos de la mastitis subclínica en algunos hatos de la cuenca lechera del Alto Chicamocha (departamento de Boyacá). *Revista de Medicina Veterinaria*, 17, 23-35.
18. Ruegg, P. L. (2017). A 100-Year Review: Mastitis detection, management, and prevention. *Journal of dairy science*, 100(12), 10381-10397.
19. Salazar, I., Gamarra, S., Ramírez, T., & Alegría, C. (2003). Evaluación de una combinación de tres

- antibióticos para la prevención de nuevas infecciones intramamarias en vacas durante el periodo de seca. In *anales científicos. Anales Científicos Universidad Agraria La Molina*, 55(1): 71-84.
20. Velásquez, C., & Vega, J. (2012). Calidad de la leche y mastitis subclínica en establos de la provincia de Huaura, Lima. *Rev investig vet Perú*, 23(1), 65-71.
21. Villanueva, G., & Morales, S. (2017). Resistencia antibiótica de patógenos bacterianos aislados de mastitis clínica en bovinos de crianza intensiva. *REDVET*, 18(12), 1-12.
22. Wilson, E., Woodd, S. L., & Benova, L. (2020). Incidence of and risk factors for lactational mastitis: A systematic review. *Journal of Human Lactation*, 36(4), 673-686.
23. Winn, W., Allen, S., Janda, W., Koneman, E., Procop, G., Schrenckenberger, P., & Woods, G. (2008). *Koneman diagnóstico microbiológico*. Editorial Medica Panamericana.
24. Wolter, W., Castañeda, V., Kloppert, B., & Zschoeck, M. (2015). *La Mastitis Bovina*. Instituto Estatal de Investigaciones de Hesse, Universidad de Guadalajara.
25. Zaatout, N., Ayachi, A., & Kecha, M. (2020). Staphylococcus aureus persistence properties associated with bovine mastitis and alternative therapeutic modalities. *Journal of applied microbiology*, 129(5), 1102-1119.

Fecha de recepción: 14 de diciembre del 2021

Fecha de aceptación: 12 de mayo del 2022