

MASTITIS BOVINA: EMPLEO DE PROBIÓTICOS PARA SU PREVENCIÓN Y CONTROL

Dr. C. Marlen Rodríguez Oliva¹, Dr. C. Ana J. Rondón Castillo¹, Dr. C. Aymara Valdivia Ávila¹, Ing. José A. Mesa Roy¹

Universidad de Matanzas, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba.
marlen.rodriguez@umcc.cu

Resumen

La mastitis bovina es una de las enfermedades más costosas de la ganadería cubana. Numerosas son las pérdidas económicas debido a leches decomisadas, cuartos perdidos y empleo de medicamentos. Con el fin de disminuir esta enfermedad, se establecen medidas, que involucran a fármacos, entre los que se destacan antibióticos. El uso indiscriminado de estos productos, provocó resistencia microbiana, de ahí la necesidad de sustituir a estas sustancias por aditivos alternativos que sean compatibles y beneficiosos para la salud animal. El presente trabajo tuvo como objetivo exponer las bondades de los probióticos en la prevención y control de la mastitis bovina. *Bacillus* y *Lactobacillus* se encuentran dentro de los géneros microbianos más utilizado como probiótico. Estos microorganismos desempeñan un importante papel en las barreras microbiológicas primarias que se forman en las mucosas, con el fin de prevenir infecciones. La actividad inhibitoria frente a cepas patógenas, causantes de dicha enfermedad, potencia su empleo.

Palabras claves: *Probióticos; Mastitis bovina; Antimicrobianos; aditivos.*

Introducción

La leche y los derivados lácteos se encuentran dentro de los alimentos más consumidos. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en el año 2014 la producción mundial fue de 780 millones de toneladas. En Cuba en el 2017 se alcanzaron 532,3 millones de litros de leche (Ministerio de la Agricultura, 2017); sin embargo, estos niveles aún no satisfacen las necesidades de la población.

En Cuba la mejor etapa productiva de la lechería fue en la década del 80, a partir de los 90's se redujeron estos niveles (3-4 L/vaca), pues el país comienza a transitar por el período especial con muchas dificultades en los insumos, manejo y eficiencia de la producción, de las cuales algunas se mantienen (Ruíz et al., 2016). Entre los problemas actuales se encuentra la incidencia de mastitis, considerada una de las enfermedades más importantes que afectan al ganado bovino de leche. Este padecimiento consiste en la inflamación de la glándula mamaria cuyo origen puede ser infeccioso, traumático o tóxico; y es una patología que se reconoce mundialmente por causar grandes pérdidas económicas, tanto al productor como a la industria. Se estima que entre el 15 y el 20% de las vacas de un hato lechero se afectan de alguna forma con mastitis, en uno o más cuartos mamarios (Uchuari, 2018).

Los cálculos mundiales revelan que la mastitis representa el 30% del costo total de todas las enfermedades en el ganado lechero. En este sentido, existen pocos datos de la situación actual en Cuba de esta enfermedad, aunque estudios de varios rebaños lecheros de diferentes regiones reportan pérdidas similares y en algunos casos superiores, dadas fundamentalmente por fallas e incluso ausencia de los programas de control de la misma. Los resultados emanados de tales investigaciones indican que en la zona occidental y centro (Villa Clara) del país, la prevalencia de mastitis clínica y subclínica es elevada, aproximadamente de 45% y 75% respectivamente; observándose además una alta incidencia de mastitis clínica y crónica (Armenteros et al., 2006 y Ruíz et al., 2012).

Dentro de los métodos empleados para el control de la mastitis se presentan los antibióticos, los cuales como se conoce, provocan la generación de genes de resistencia en los microorganismos patógenos del hombre y los animales (Castanon, 2007). Por esta razón desde hace varios años se trabaja en la búsqueda de otras alternativas naturales que disminuyan el efecto de estos agentes infecciosos, tales como los probióticos. Estos biopreparados se consideran cultivos simples o mezclas de microorganismos vivos que, aplicados a los animales o al hombre, benefician al hospedador al mejorar las propiedades



de la microbiota intestinal original (Sanders, 2011 y Delgado, 2017). En la actualidad se desarrollan múltiples estudios con sólido apoyo experimental, con la finalidad de ampliar su uso, así como de definir los límites de su efectividad no solo en el tracto digestivo, sino en otros ecosistemas como vagina y glándula mamaria (Casals, 2017 y Laurencio et al., 2017).

Desarrollo

Morfología interna de la glándula mamaria bovina

La ubre bovina está compuesta de cuatro glándulas mamarias, de origen dérmico, separadas por membranas y ligamentos específicos que dividen las anteriores de las posteriores, las mitades derecha de la izquierda. Cada una de ellas posee una cisterna del pezón, cisterna de la glándula, ductos de leche y tejido glandular que contiene millones de alvéolos, recibe el nombre de cuarto mamario y se considera como una unidad funcional que opera independientemente dentro del complejo de la ubre (Schroeder, 2012). En la figura 1 se presenta un esquema de la estructura interna de la glándula mamaria.

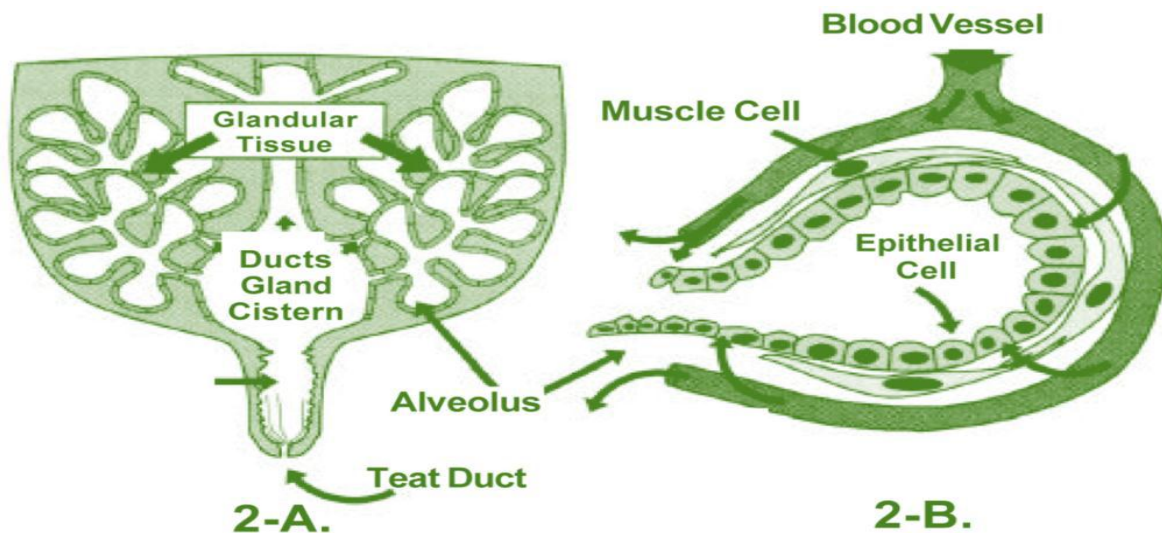


Figura 1: Estructura interna de la glándula mamaria (Tomado de Schroeder, 2012).

En su interior, cada cuarto posee su propio tejido secretor (alvéolo mamario) y un conjunto de ductos encargados de conducir la leche hasta el seno lactífero glandular o cisterna de la glándula. Los alvéolos se consideran la unidad funcional de la ubre. Estos están irrigados por pequeños vasos sanguíneos y rodeados por una serie de células especializadas (conectivas, epiteliales y musculares) (Schroeder, 2012).

A partir de los nutrientes que llegan a la ubre, por vía sanguínea, las células epiteliales se encargan de producir leche. Este alimento nutritivo se libera dentro de la luz del alvéolo y en el momento del ordeño, la oxitocina liberada en sangre ocasiona la contracción de las células musculares que cubren esta estructura. Esta acción conlleva a la eyección láctea (bajada de la leche), la cual sale a los conductos galactóforos y a la cisterna de la glándula (Corzo et al., 2009 y Pereyra et al., 2014).

Los microorganismos infecciosos, provenientes del medio externo, son la principal causa de inflamación del tejido secretor mamario (mastitis) (Fernández et al., 2013). Las bacterias ingresan a través del canal del pezón, pueden traspasarlo durante o entre ordeños y multiplicarse en las cisternas de este y de la glándula. Inicialmente se afectan los tejidos que rodean los grandes ductos y las cisternas que recogen la leche, luego la infección puede progresar hasta afectar el tejido glandular y los alvéolos (López, 2014).

En la figura 2 se presentan las etapas que se producen durante el proceso de infección. A lo anterior se debe agregar, que tanto los microorganismos, las toxinas producidas por ellos así como los mediadores químicos de la inflamación, dañan al tejido productor de leche, dando como resultado la disminución de la producción láctea. Estas sustancias liberadas al torrente vascular incrementan la permeabilidad de los vasos sanguíneos, de donde los leucocitos (células somáticas) se trasladan (hacia los alvéolos) para atrapar al agente invasor (Pereyra et al., 2014).

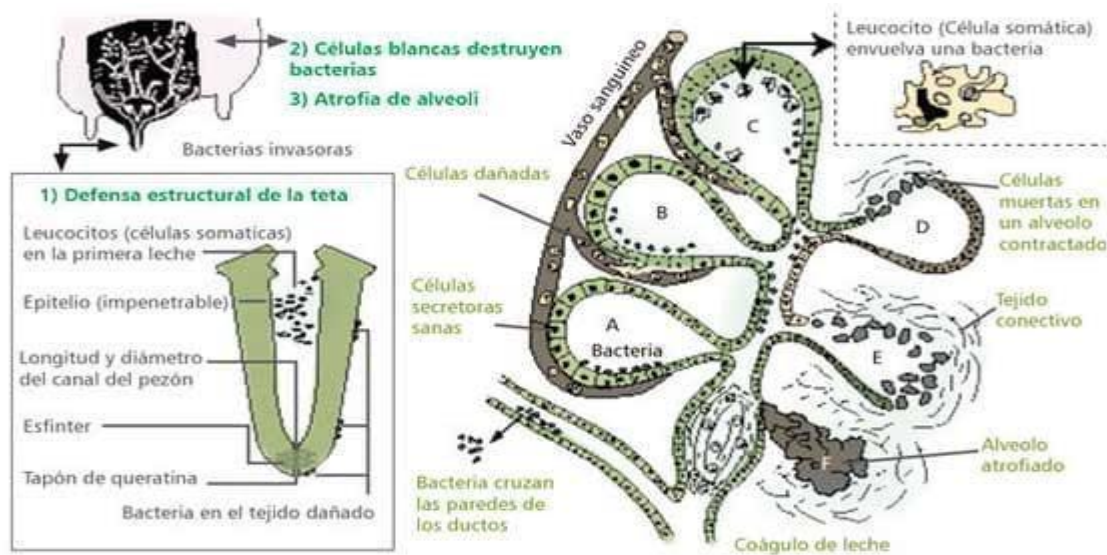


Figura 2: Etapas del proceso infeccioso de la glándula mamaria bovina (Tomado de Carrión, 2013).

Sin embargo, como parte del proceso inflamatorio, estos leucocitos también causan daños a las células productoras de leche. Según Bouchard et al. (2015) con el curso de la infección los alvéolos reducen su tamaño, las células epiteliales son destruidas y reemplazadas por cicatriz, hay aumento difuso del tejido conjuntivo, fibrosis, edema, atrofia del tejido mamario, absceso glandular y consecuentemente el cuarto mamario produce menos o se convierte en no funcional.

Concepto de mastitis bovina. Formas de presentación de la enfermedad

La mastitis bovina se define como una reacción inflamatoria de uno o varios lóbulos de la glándula mamaria y sus tejidos secretores. Esta enfermedad productiva puede dar lugar a una falta de funcionalidad y riego sanguíneo en la mama (Fuentes et al., 2013). Se considera la de mayor prevalencia global en los hatos lecheros y en gran parte del mundo se presenta en forma endémica (Bouchard et al., 2015). Esta patología no solo causa disminución en la producción láctea sino que también induce a una depreciación de la calidad de la leche y condiciona la duración de la lactancia bovina en las hembras afectadas (Fuentes et al., 2013). Los animales eliminados prematuramente de la línea de ordeño, los gastos en medicamentos y honorarios veterinarios, favorecen que sea una de las

enfermedades más costosas en la industria lechera a pesar de los métodos modernos establecidos para su control (Asli et al., 2017).

Su etiología puede ser infecciosa, traumática o tóxica, aunque prioritariamente ocurre por invasión de bacterias patógenas a través del canal del pezón. En esta enfermedad, existen cambios físicos y/o químicos en la glándula mamaria que determinan el desarrollo clínico o subclínico de la mastitis, dependiendo además de la naturaleza del agente causal (capacidad de infección, multiplicación y extensión) y particularmente del estado inmunológico de la ubre (Martínez et al., 2015 y Vissio et al., 2015).

En la mastitis subclínica no se perciben, en la ubre, cambios externos visibles que manifiesten la condición patológica del animal. Esta forma de presentación evoluciona sin signos inflamatorios aparentes. Se caracteriza por un reducido rendimiento lácteo y alteraciones en la composición de la leche. El análisis bacteriológico suele demostrar la presencia de microorganismo y conjuntamente se acompaña de un aumento en el recuento de células somáticas (RCS) (Green et al., 2014 y Fonseca, 2015).

La mastitis subclínica no se detecta rápidamente puede incluso, no reconocerse por el ordeñador (Ponce et al., 2010). De ahí, la importancia epidemiológica de esta enfermedad. Su curso asintomático conlleva a que las hembras afectadas se conviertan en fuentes de infección para otros animales susceptibles. En condiciones de campo se usa frecuentemente la prueba de California (California Mastitis Test, CMT.) para su diagnóstico. Este método permite identificar el grado de infección subclínica con alta sensibilidad (98%) y especificidad (95%) (Alonso, 2016). El tipo subclínico es entre 15 a 40 veces más frecuente que la manifestación clínica (Oliveira et al., 2012 y Suárez et al., 2014).

En la mastitis clínica la glándula mamaria se inflama (figura 3), hay sensibilidad al tacto, edema y enrojecimiento de toda la zona afectada. En casos severos se presentan signos sistémicos que cursan con: aumento de la temperatura rectal y del pulso, decaimiento, pérdida del apetito y baja de la producción. Esta forma de presentación se caracteriza por anomalías visibles tanto en la ubre como en la leche. Puede ser de forma aguda, caracterizándose por su aparición súbita o puede persistir y evolucionar a crónica. En este caso la infección será de larga duración (Calderón y Rodríguez, 2008; Ramírez et al., 2016).



Figura 3: Ubre bovina característica con mastitis clínica (Tomado de ALTA, 2012).

El cuadro clínico se acompaña de una reducción en la capacidad funcional de la glándula mamaria y por ende una menor producción de leche, en la que se manifiestan cambios pronunciados en su composición y apariencia (presencia de grumos, coágulos, pus o sangre). Se eleva la carga bacteriana normal, las células somáticas (principalmente neutrófilos polimorfo nucleares) y el contenido de proteasa (Fernández et al., 2012 y Giannechini et al., 2014).

Según Ávila y Gutiérrez (2014) y Almeida (2015), dentro de los casos clínicos de la mastitis se describen otras formas de presentación. Esta clasificación está relacionada con el grado de infección, sintomatología clínica y duración de la enfermedad:

Mastitis suave o moderada: se presenta súbitamente con disminución en la producción de leche y cambios en su calidad como: aspecto seroso, coágulos o grumos. Igualmente, los animales pueden presentar fiebre, anorexia, depresión y movimientos ruminales disminuidos, sin cambios aparentes en el aspecto de la ubre.

Mastitis aguda: aparece con mucha frecuencia después del parto y se reconoce por su presentación repentina exhibiendo cambios en la leche como grumos o tolondrones y reducción en la producción de esta, en muchos casos con apariencia de suero sanguíneo. La ubre puede presentar inflamación de ligera a dura, caliente y dolorosa. La vaca muestra signos de anorexia, depresión y fiebre.

Mastitis crónica: se presenta cuando la inflamación aguda de la ubre persiste por más de cinco días con endurecimiento y sensación caliente o cuando se aprecian secreciones continuas o intermitentes. La apariencia en los primeros chorros de leche es acuosa, acompañada de hojuelas, grumos, tolondrones, coágulos o fibrones. El animal presenta un cuadro de fiebre, taquicardia, anorexia y atonía ruminal, entre otros síntomas. La mastitis crónica puede manifestarse con eventos agudos y a su vez la mastitis aguda puede volverse crónica.

Mastitis gangrenosa: inicialmente el cuarto afectado se muestra inflamado, enrojecido y caliente, luego en pocas horas la leche se torna acuosa y sanguinolenta. Esta forma de presentación clínica es ocasionada cuando los microorganismos involucrados o sus toxinas producen vasoconstricción, isquemia y muerte del tejido. Al palpar la glándula afectada, esta se encuentra inflamada, fría y cianótica, se observa una línea de demarcación entre el tejido sano y el afectado, viéndose este de color azul o negro.

Agentes etiológicos de la mastitis bovina

En la glándula mamaria bovina se identifican más de 140 especies, subespecies y serovariedades microbianas que incluyen bacterias medio ambientales, oportunistas, patógenas contagiosas y otros organismos que penetran en la ubre a través del canal del pezón. Estos gérmenes se multiplican rápidamente y dan lugar a inflamación con daño tisular (Beltrán et al.; 2015 y Alonso, 2016).

Los microorganismos medio ambientales tienen su reservorio en el hábitat donde permanecen los animales (suelo, agua, cama, estiércol) y no en las glándulas mamarias infectadas, siendo por lo general transmitidos entre periodos de ordeños (Breen, 2014). Dentro de este grupo se encuentran los bacilos entéricos Gram negativos como *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Streptococcus dysgalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Enterococcus* spp. y en menor medida los coliformes (Bradley y Green, 2015).

Dentro de los patógenos contagiosos y de mayor prevalencia se encuentran *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* y *Actinomyces pyogenes*. Estos microorganismos tienen su hábitat en la glándula mamaria bovina y se transmiten de ubre a ubre principalmente durante el ordeño de las hembras (Barbosa et al., 2007 y Gasque, 2015). En ocasiones estas bacterias se adaptan a las condiciones de la glándula mamaria, desarrollan en ellas estrategias para evadir el sistema inmune y permanecer en la misma (García et al., 2018).

Dentro del grupo de bacterias oportunistas que provocan mastitis están los estafilococos coagulasa negativos (CNS), considerados en la actualidad, patógenos emergentes de la mastitis bovina. Normalmente estos microorganismos se encuentran en las manos del ordeñador y en la piel sana del pezón desde donde logran colonizarlo y penetrar hasta los tejidos secretores (Bradley y Green, 2015).

Se ha observado que la propagación de patógenos infecciosos y ambientales se puede reducir con una buena higiene de la ubre y sumergiendo el pezón en selladores de barrera después del ordeño, lo cual disminuye la incidencia de nuevas infecciones intramamarias. Según reportes (Trujillo et al., 2011 y Ruíz et al., 2016), los selladores de barrera actúan al formar una muralla entre el medio ambiente y la piel del pezón, así como un sello en la punta de este, para impedir la entrada de material extraño o microorganismos en la ubre.

Control y prevención de la mastitis bovina

Un manejo adecuado es fundamental e insustituible como medida de control y prevención de las infecciones mamarias, probablemente la mejor. Reducir la prevalencia de la mastitis es una de las tareas importantes en la ganadería cubana. Según Ruiz et al. (2016), las instalaciones pecuarias deben mantener el control sobre una serie de normas sanitarias para mantener la productividad y la salud de los rebaños lecheros. Dentro de ellas se enuncian: prácticas de ordeño higiénico, sellado o desinfección de pezones post-ordeño, terapia de vaca seca y adecuado funcionamiento del equipo de ordeño.

Sin embargo, la medida profiláctica más efectiva va dirigida al control de patógenos. Según la literatura consultada para los gérmenes altamente contagiosos (*Staphylococcus aureus*) se debe desinfectar las ubres tras el ordeño sumergiendo durante unos instantes el pezón en una solución desinfectante que puede ser a base de yodo, cloro o ácido láctico (León et al., 2005). Escamilla et al. (2007) plantearon que para los gérmenes medioambientales como el *Streptococcus uberis* o los estafilococos negativos a la coagulasa se utilizan también baños de pezoneras. En estos casos se emplean soluciones con efecto barrera (mecánica) contra la entrada de gérmenes, nombrados selladores de barrera.

De forma natural, la lámina mucosa de la cara interna del pezón produce queratina; sustancia proteica, muy rica en azufre, que constituye el componente principal de las capas más externas de la epidermis de los vertebrados. La queratina es la responsable de la dureza y resistencia de los cuernos, uñas y para el pezón constituye un elemento esencial de protección mecánica y física. Existe una relación directa entre la producción de leche al

momento del secado y el cierre de pezones. A medida que la producción láctea es mayor, el esfínter mamario permanece abierto por más tiempo, sin queratina, lo que permite la exposición de las ubres a diferentes microorganismos (Dingwell et al., 2003).

Existen reportes en la literatura de selladores internos o selladores intramamarios para la prevención de la mastitis bovina. Estos tienen como finalidad cerrar artificialmente y por su cara interna el pezón mamario durante la totalidad del periodo de secado. Los primeros experimentos con este tipo de selladores se llevaron a cabo en los años 50, utilizando para ello metales pesados; los resultados sin embargo no fueron satisfactorios por la irritación causada en la mucosa de la cisterna así como por la inestabilidad de los productos (Scamilla et. al., 2007).

Años más tarde Fernández et al. (2008) emplearon, en infecciones intramamarias recurrentes, selladores a base de soluciones yodóforas. El producto evaluado resultó ser 75% más efectivo en la prevención de la infección que el tratamiento convencional. Los animales de este experimento disminuyeron en 66% las infecciones recurrentes causadas por *Staphylococcus aureus* y en un 100% las causadas por coliformes fecales.

La estrategia tradicional para el control de la mastitis es la terapia con antibióticos; sin embargo, entre los principales inconvenientes se encuentra la preocupante emergencia de resistencia a antibióticos, los bajos niveles de cura para determinados patógenos y la presencia de residuos de estas sustancias en leche y carne vacuna, por lo que se hace evidente la búsqueda de otras alternativas efectivas de tratamiento con sustancias diferentes a los antibióticos tradicionales (Sánchez y Peña, 2016).

Puesto que la mastitis se considera una disbiosis o cambio anómalo de la microbiota mamaria, el tratamiento con probióticos se considera una buena opción para restablecer el equilibrio de este ecosistema. La bacterioterapia o empleo de ciertos microorganismos beneficiosos para desplazar a los agentes patógenos implicados en un proceso infeccioso se propuso hace más de 25 años, su efectividad se demostró en varios tipos de infecciones recurrentes. El aumento alarmante de la resistencia bacteriana a antibióticos como consecuencia del uso poco controlado de antimicrobianos y la poca efectividad del tratamiento antibiótico en algunas ocasiones, ha hecho que vuelva a aumentar el interés por la probio-terapia (Beltrán et al., 2015).

Probióticos. Historia y definición



CD Monografías 2018
(c) 2018, Universidad de Matanzas
ISBN: 978-959-16-4235-6

A principios del siglo XX, el científico ruso Elie Metchnikoff (1907) describió los efectos beneficiosos de la ingestión de bacterias ácido-lácticas en la comunidad microbiana del tracto gastrointestinal (TGI). Este microbiólogo ucraniano atribuyó la longevidad de ciertas poblaciones balcánicas al consumo habitual de lácteos fermentados, portadores de lactobacilos que “promovían la salud y prolongaban la vida”. Sin embargo, no fue hasta 1965 que Lilley y Stillwell utilizaron por primera vez el término probiótico, el cual en sus inicios correspondió a cualquier microorganismo o sustancia producida por él, que favorecía el crecimiento de otros. Años más tarde, Parker (1974) lo definió como organismo o sustancia que contribuye al balance microbiano intestinal de los animales. Esta definición era imprecisa, porque cualquier sustancia podía ser llamada probiótico.

Quince años después, Fuller (1989) postuló que los probióticos eran “suplementos microbianos que influyen beneficiosamente en el animal huésped al mejorar su balance microbiano”. En el año 2001 la FAO y la WHO crearon una comisión de expertos para esclarecer dicho término, debido a la rápida incorporación de este tipo de productos en el mercado y su distribución en el ámbito internacional, sin la existencia previa de una normativa comúnmente aceptada. En esta ocasión se redefinió el concepto como: microorganismos vivos que cuando son administrados en cantidades adecuadas confieren un efecto beneficioso en la salud del hospedero (Sanz et al., 2003).

El concepto evolucionó a través de los años dentro de la comunidad científica. Entre las definiciones más amplia está la expresada por Barrios et al. (2012), quienes definieron que un probiótico funcional o perecedero se refiere a un microorganismo o mezclas de microorganismos viables, que al ser administrados al huésped en cantidades adecuadas, pueden sobrepasar las barreras gastrointestinales, sobrevivir, adaptarse, colonizar, multiplicarse y a su vez, intervenir en el equilibrio existente del microbioma, modificándolo o estabilizándolo, en beneficio de la salud. Aquellas cepas con potencialidad probiótica que sean inocuas y a su vez produzcan beneficios, pero que no tengan la capacidad de sobrevivir y multiplicarse en el hospedador, quedarían englobadas bajo la denominación de probióticos de tipo transitorio o no perecedero.

Los aditivos probióticos se introducen hoy en los sistemas intensivos de manejo y alimentación animal, como una alternativa al desuso de los antibióticos promotores del crecimiento (Kadaikunnan et al., 2015 y Kizerwetter-ŚwidayBinek, 2016). Estos biopreparados naturales fortalecen el equilibrio de la microbiota intestinal, estimulan el sistema inmune e incrementan los rendimientos productivos lo cual contribuye a fomentar una ganadería ecológica y sostenible (Laurencio et al., 2017).

Microorganismos utilizados con fines probióticos

Continuamente se obtienen nuevas cepas microbianas o sus mezclas para utilizarlas en biopreparados para el consumo humano y con destino a la producción animal. Por esta razón, la FAO y la WHO en el 2002 publicaron una guía para establecer los criterios de selección y controles de calidad para los productos probióticos. Entre estos criterios se señala, fundamentalmente, que los microorganismos tienen que identificarse correctamente hasta especie y ser reconocidos como seguros (Generally Recognized As Safe, GRAS), caracterizados *in vitro* y evaluados *in vivo* para confirmar su respuesta probiótica. Así como, deben mantenerse con alto nivel de viabilidad durante los procesos de fabricación y almacenamiento o durante el tránsito por el tracto gastrointestinal del hospedero.

Las especies más usadas en las preparaciones probióticas se muestran en la tabla 1. Se reconocen a las bacterias ácido lácticas, fundamentalmente las que pertenecen a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, como los microorganismos que más se estudian y emplean como probióticos (Laurencio et al., 2017).

Tabla 1. Especies de microorganismos comúnmente usados como probióticos (Adaptado de Pino y Dihigo, 2007; García, 2011).

<i>Lactobacillus</i>	<i>Bifidobacterium</i>	<i>Lactococcus</i>	<i>Streptococcus</i>	<i>Enterococcus</i>	<i>Bacillus</i> y otras especies
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>L. cremoris</i>	<i>S. thermophiles</i>	<i>E. faecium</i>	<i>B. subtilis</i>
<i>L. bulgaricus</i>	<i>B. infantis</i>	<i>L. diacetylactis</i>	<i>S. lactis</i>	<i>E. faecalis</i>	<i>B. coagulans</i>
<i>L. rhamnosus</i> GG	<i>B. lactis</i>	<i>L. lactis</i>			<i>S. cerevisiae</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. adolescentis</i>				<i>S. boulardii</i>
<i>L. kefir</i>	<i>B. breve</i>				<i>Leuconostoc</i>
<i>L. brevis</i>	<i>B. longum</i>				
<i>L. reuteri</i>					
<i>L. helveticus</i>					
<i>L. plantarum</i>					
<i>L. johnsonii</i>					
<i>L. salivarius</i>					

Por su composición microbiológica, el contenido del tracto gastrointestinal de diferentes especies animales y las heces fecales, son las principales fuentes de obtención de microorganismos para la elaboración de las preparaciones probióticas (García, 2011 y

Nguyen et al., 2015). En este sentido, se reconocen otros ecosistemas (jugo de tomate alterado y suelo con sangre de matadero) para el aislamiento y selección de especies microbianas (*Bacillus* spp.) con fines probióticos para ser empleadas en la elaboración de aditivos zootécnicos destinados a mejorar la salud animal e incrementar los rendimientos productivos (Milián et al., 2017).

En los últimos años se reconoce el género *Bacillus* spp. por el potencial que posee para sintetizar metabolitos con actividad antifúngica y antibacteriana. Estas sustancias antimicrobianas son biopéptidos con diferente estructura química, que se utilizan como agentes terapéuticos contra bacterias y hongos patógenos, capaces de actuar sobre microorganismos de diversa etiología. El efecto bio-controlador que ejerce *Bacillus* spp., es el resultado de diversos mecanismos, entre los que se encuentra la antibiosis, que se produce debido a la producción de péptidos, lipopéptidos y fosfolípidos (Kadaikunnan et al., 2015).

Empleo de probióticos en el tratamiento de la mastitis bovina

El empleo de probióticos parece una alternativa atractiva y eficaz para el tratamiento de la mastitis bovina. Las tendencias actuales en los sistemas intensivos de producción postulan el uso de estos productos, como una buena alternativa para el reemplazo de los antibióticos como promotores de crecimiento y en la prevención de enfermedades.

Aunque no están disponibles comercialmente, existen alternativas de tratamiento de la mastitis, como es el empleo de quitosán y antimicrobianos peptídicos aislados de plantas, pero son solo eficientes en el tratamiento de mastitis por *Staphylococcus* spp. (Ochoa et al., 2008). El antibiótico antimicrobiano peptídico sintetizado por *Lactococcus lactis* sub sp. *Lactis* DPC3147 pertenece al grupo de la bacteriocina ribosomal y se caracteriza por poseer actividad demostrada contra bacterias patógenas productoras de mastitis, sobre todo contra variedades resistentes a antibióticos (Ryan et al., 1998 y Twomey et al., 2000). De este grupo, se ha reportado que solo la nisina y la lacticina se usan para el tratamiento de mastitis; pero algunas bacterias productoras de la enfermedad crearon resistencia a estos péptidos (dos Santos et al., 2005).

Uno de los mecanismos de acción que se proponen actualmente para explicar la acción beneficiosa de los probióticos en el tratamiento de esta enfermedad se expone por Wirawan et al. (2007), al explicar que las bacteriocinas (péptidos antimicrobianos producidos por bacterias) también podrían ser muy útiles para combatir esta enfermedad infecciosa. A

diferencia de muchos antibióticos, la nisina y otras bacteriocinas, como la lactacina 3147 o la uberolisina, son activas frente a la mayoría de las especies productoras de mastitis, como *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. agalactiae* o *S. uberis*.

Di Cerbo et al. (2015) realizaron estudios clínicos, donde se emplearon *Lactobacillus* como probióticos y se comprobó la eficacia de estos productos en el tratamiento de la mastitis. Específicamente en el caso de los estudios realizados con *L. lactis* se demostró que su aplicación puede actuar directamente sobre la respuesta inmune de la glándula mamaria (Crispie et al., 2008). Por otra parte Sánchez y Peña (2016) evaluaron la actividad antimicrobiana *in vitro* por difusión sobre capas de agar del sobrenadante de seis cepas de *Lactobacillus* spp. frente a patógenos productores de mastitis bovina. Los resultados mostraron que cuatro cepas tienen potencial inhibitorio ante cepas patógenas de *Staphylococcus* spp. productoras de mastitis como; *Staphylococcus chromogenes* y *Staphylococcus hyicus*.

Resulta especialmente relevante la capacidad de ciertas cepas de *Lactobacillus coryniformis* CECT5711, *Lactobacillus fermentum* CECT5716, *Lactobacillus gasseri* CECE5714 y *Lactobacillus salivarius* CECT5713 para inhibir a los principales agentes etiológicos de las mastitis (*Staphylococcus* spp. y *Streptococcus* spp.), adherirse a epitelios, sobrevivir a las condiciones del tracto gastrointestinal y tener actividad anti-inflamatoria e inmunomoduladora (Jiménez et al., 2008 y Pérez-Cano et al., 2010).

El principal microorganismo causante de la mastitis bovina es precisamente *Staphylococcus aureus*. Para su control se recurre con frecuencia al uso de antibióticos, lo cual provoca la selección de estafilococos resistentes (Ochoa et al., 2008). Ante esta problemática se requiere de estrategias alternativas de control de la mastitis bovina. En este sentido, las bacteriocinas representan una herramienta de control atractiva para este patógeno. Por ello Alva et al. (2016) evaluaron el efecto antimicrobiano de bacteriocinas de *Bacillus* spp. frente a aislamientos de *S. aureus* colectados de casos de mastitis bovina y observaron que la mayor actividad inhibitoria se presentaba con las bacteriocinas morricina 269 y kurstacina 287, seguidas por kenyacina 404, entomocina 420 y tolworthcina 524.

Investigaciones realizadas por Casals (2017) y Mesa (2018), en unidades de producción del territorio matancero, demuestran que las cepas patógenas aisladas de vacas con mastitis subclínica inhiben su crecimiento en presencia de *Lactobacillus brevis* 17LP, *Lactobacillus salivarius* C65 y *Bacillus subtilis* respectivamente. Estos microorganismos con demostrada actividad probiótica (Rondón 2009 y Milián 2009) manifestaron *in vitro* las mejores

características en la producción de sustancias antimicrobianas. Al emplear *Bacillus subtilis* en un biopreparado como sellante del canal del pezón, provocó mayor proporción de cuartos recuperados total y parcialmente (Mesa 2018).

En Cuba, el Centro de Estudios Biotecnológicos de la Universidad de Matanzas, fue una de las primeras Instituciones del país en obtener diferentes microorganismos con actividad probiótica para su uso en los sistemas de explotación pecuaria. A pesar de conocer las ventajas que ofrece su empleo, hoy no se producen ni se aplican estos productos. No obstante, un grupo multidisciplinario de investigadores trabajan en la temática con resultados promisorios para el control y prevención de esta enfermedad.

Conclusiones

La administración de probióticos especialmente *Bacillus* spp. y *Lactobacillus* spp. puede ser un enfoque eficiente para tratar la mastitis contagiosa. Los autores mencionados valoraron el potencial de diversas cepas para prevenir dicha infección. Estos estudios constituyen un punto de referencia que indica las potencialidades que tienen las bacterias probióticas para prevenir la presencia de gérmenes patógenos en los animales de producción.

Bibliografía

ALMEIDA, D. Prevalencia de mastitis bovina mediante Prueba de California Mastitis Test e identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad San Pablo Urco, Cayambe, Ecuador. Tesis presentada para optar por el título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Politécnica Salesiana. Sede Quito, (Ecuador). 2015.

ALONSO S. Diagnóstico de prevalencia en mastitis subclínica en dos hatos lecheros de Antioquia. Trabajo de grado para optar por el título de Médico Veterinario. Facultad Ciencias Administrativas y Agropecuarias Caldas – Antioquia. 2016

ALTA. 2012. ¿Cómo se desarrolla la mastitis en la ubre? Básicos Lecheros. Disponible en internet: http://web.altagenetics.com/espanol/DairyBasics/Details/3015_Como-se-desarrolla-la-mastitis-en-la-ubre.html. Consultado: 02 de mayo de 2018.

ALVA N.; LOEZA H.; BARBOZA, J.E.; OCHOA, A. Y LÓPEZ, J. Actividad antimicrobiana de bacteriocinas de *Bacillus thuringiensis* hacia aislamientos de *Staphylococcus aureus* asociados a mastitis bovina. Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. VII Simposio Internacional de producción de alcoholes y levaduras. 2016



ARMENTEROS, M.; PONCE, P.; CAPDEVILA, J.; ZALDÍVAR, V.; HERNÁNDEZ, R. Prevalencia de mastitis en vacas lecheras de primer parto y patrón de sensibilidad de las bacterias aisladas en una lechería especializada. *Rev. Salud Anim.* No 28, Vol. 1, 2006, pp. 8 - 12.

ASLI, A.; BROUILLETTE, E.; STER, C.; GHINET, M. G.; BRZEZINSKI, R.; LACASSE, P.; MALOUIN, F. 2017. Antibiofilm and antibacterial effects of specific chitosan molecules on *Staphylococcus aureus* isolates associated with bovine mastitis. *PloSone*, 12(5), p. e0176988. Disponible en internet: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176988>. Consultado: 2 de mayo de 2018.

ÁVILA, T.S.; GUTIÉRREZ, C.A. 2014. Mastitis. Universidad Nacional Autónoma (en línea). México. Disponible en: <http://academicos.cualtos.udg.mx/DiplomadoCalidadLeche/doctos/24jul04/Mastitis%20en%20Ganado%20Bovino.doc>. Consultado: septiembre 8, 2016.

BARBOSA, S.; MONARDES, H.; CUE, R. Evaluation of test-day somatic cell count of first lactating Holstein Cows. *Rev. Bras. Zoot.* No. 36 Vol. 2, 2007, pp. 94-102.

BARRIOS, V.; CARVAJAL, A.; RUBIO, P. 2012. Los probióticos en la ganadería porcina. Importancia de su utilización eficiente. Disponible en: http://www.axoncomunicacion.net/criaysalud/revistas/46/cys_46_probioticos.pdf. Consultado en junio 2018.

BELTRÁN, D.A.; VAQUERO, A.; CRESPO, T.; RODRÍGUEZ, C.; GARCÍA, A. Mastitis infecciosa: nueva solución para un viejo problema. *NutrHosp.* No. 31, Vol. 1, 2015, pp. 89-95.

BOUCHARD, D. S.; SERIDAN, B.; SARAQUI, T.; RAULT, L.; GERMON, P.; GONZÁLEZ-MORENO, C.; CHAIN, F. Lactic acid bacteria isolated from bovine mammary microbiota: potential allies against bovine mastitis. *PloSone*, No. 10, Vol. 12), e0144831. 2015.

BRADLEY, A.; GREEN, M. Clinical mastitis in dairy cows after “blitz” therapy. *Veterinary Record*, No. 141, Vol. 80, 2015, pp. 179-182.

BREEN J. The responsible use of antimicrobial therapy in the control of bovine mastitis in dairy herds. *Livestock*, No. 19, Vol. 2, 2014, pp. 83-90.

CALDERÓN, A.; RODRÍGUEZ, C. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano Cundiboyacense. Colombia (en línea). *Ciencias pecuarias*. 2008. Disponible en:



file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet
prevalenciaDeMastitisBovinaYSuEtiologiaInfecciosaE-2897973. Consultado mayo, 2018.

CARRIÓN, R. 2013. Mastitis subclínica y conteo de células somáticas. Lechería. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/mastitis-subclinica-conteo-celulas-t30499.htm>. Consultado: 16 de junio de 2018.

CASALS, S. Evaluación de la actividad antimicrobiana de cepas de *Lactobacillus* spp. frente a bacterias patógenas causantes de mastitis en vacas lecheras. Trabajo de diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Matanzas. (Cuba), 2017.

CASTANON, J.I.R. 2007. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poult. Sci.* 86:2466-2471.

CORZO, B.; GARCÍA, L.; SILVA, J.; PÉREZ, E. Zootecnia General con un enfoque ecológico. Ed. Félix Varela. La Habana, Cuba. 2009

CRISPIE, F.; ALONSO-GÓMEZ, M.; O'LOUGHLIN, C.; KLOSTERMANN, K.; FLYNN, J.; ARKINS, S. Intramammary infusion of a live culture for treatment of bovine mastitis: effect of live Lactococci on the mammary immune response. *J Dairy Res.* 75, 2008, pp. 374-384.

DELGADO, R. Probióticos: evolución del concepto en más de 60 años. Acta Médica del centro. Revista del hospital Clínico Quirúrgico Armando Milián Castro, No. 3 Vol. 11, 2017.

DI CERBO, A.; PALMIERI, B.; APONTE, MARÍA; MORALES, J.C.; LANNITTI, T. Mechanisms and therapeutic effectiveness of lactobacilli. *Clin Pathol.* No. 1, 2015, pp. 1-17.

DINGWELL, R.T.; TIMMS, L.L.; SARGEANT, J.M.; KELTON, D.F.; SCHUKKEN, Y.H.; LESLIE, K.E. The association of teat canal closure and other risk factors for new dry period intramammary infections. Proceedings of the 42nd Annual Meeting of the National Mastitis Council. Forth Worth, 2003, TX. 298-299.

DOS SANTOS, J.; FAGUNDES, C.; DE PAIVA, A.; DOS SANTOS K.; DO CARMO, M. Production of bacteriocins by coagulase negative staphylococci involved in bovine mastitis. *Vet Microbiol.* No. 106, Vol. 1-2, 2005, pp. 61-71.

ESCAMILLA, A.; VARELA, M.; SÁNCHEZ, P.; ÁLVAREZ, H.; GÓMEZ, R. ORTIZ, R. Estudio comparado de dos selladores (Yodo y solución electrolizada pH neutro) para

prevenir mastitis en ganado Holstein. Revista de Ciencias Veterinarias. No. 23, Vol. 4, 2007, pp. 28-32.

FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization). 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. April 30 and May 1. London Ontario, Canadá. Disponible en: http://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf. Consultado: 25 de mayo de 2018.

FAO/WHO. Report on joint FAO/WHO expert consultation on evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. 2001.

FERNÁNDEZ M.; RAMÍREZ, J.; CHAVES, C.; ARIAS, M. Disminución en la incidencia de mastitis en ganado vacuno con la aplicación de un sellador de barrera experimental. Agronomía Costarricense, no. 32, vol. 1, 2008, pp. 107-112. ISSN: 0377-9424.

FERNÁNDEZ, G.; BARREAL, M. L.; POMBO, B.; GINZO J.; GONZÁLEZ W.; PRIETO A. Comparison of the epidemiological behaviour of mastitis pathogens by applying time-series analysis in results of milk samples submitted for microbiological examination. Vet Res Commun. Dec. no. 37, vol. 4, 2013, pp. 59-67.

FERNÁNDEZ, O. F.; TRUJILLO, J. E.; PEÑA J.; CERQUERA, J. Y GRANJA, T. Mastitis bovina: generalidades y métodos de diagnóstico. Revista electrónica de Veterinaria, REDVET. No. 3, Vol. 11, 2012, pp. 2-8.N

FONSECA, S. Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba de california mastitis test con identificación de agente etiológico, en el centro de acopio de la leche de la comunidad el Chaupi, Cachambe. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniería Agropecuario. Universidad Politécnica Salesiana. Quito. (Ecuador). 2015.

FUENTES, G.; RUIZ, R.; SÁNCHEZ, J.; ÁVILA, D.; ESCUTIA, J. Análisis microbiológico de leche de origen orgánico atributos deseables para su transformación. Agricultura Sociedad y Desarrollo, no. 10, 2013, pp. 419-432.

FULLER, R. Probiotics in man and animal. J. Appl. Bacteriol. no. 66, vol. 5, 1989, pp. 365-378.

GARCÍA, F.; SÁNCHEZ, T.; LÓPEZ, O.; Y BENÍTEZ, M. A. Prevalencia de mastitis subclínica y microorganismos asociados a esta. Revista Pastos y Forrajes, no. 41, vol. 1, 2018, pp. 35-40.



GARCÍA, Y. Obtención de microorganismos con actividad probiótica a partir excretas de pollos de ceba fermentadas. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencia. Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque (Cuba). 2011.

GASQUE, R. 2015. Mastitis bovina. Sitio argentino de Producción Animal. (En línea) Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>. Consultado el 2 de mayo del 2018.

GIANNEECHINI, R.; CONCHA, C.; DELUCCI, I.; GIL, J.; SALVARREY, L.; RIVERO, R. Mastitis bovina, reconocimiento de los patógenos y su resistencia antimicrobiana en la Cuenca Lechera del Sur de Uruguay. Revista Veterinaria. no. 50, vol. 193, 2014, pp. 21-32.

GREEN, M. J.; Bradley, A. J.; Newton, H. y Browne, W. J. Seasonal variation of bulk milk somatic cellcounts in UK dairy herds: Investigations of the summer rise. Prev. Vet. Med. 74 (4):293-308. 2014.

JIMÉNEZ, E.; FERNÁNDEZ, L.; MALDONADO, A.; MARTÍN, R.; OLIVARES, M.; XAUS, J.; RODRÍGUEZ, JM. Oral administration of Lactobacillus strains isolated from breast milk as an alternative for the treatment of infectious mastitis during lactation. Appl Environ Microbiol. no 74, 2008, pp. 4650-4655.

KADAIKUNNAN, S.; REJINIEMON, T. S.; KHALED, J. M.; ALHARBI, N. S.; MOTHANA, R. “*In-vitro* antibacterial, antifungal, antioxidant and functional properties of *Bacillus amyloliquefaciens*”. Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials, no. 14, vol. 9, 2015. ISSN: 1476-0711, DOI: 10.1186/s12941-015-0069-1.

KIZERWETTER, M.; BINEK, M. “Assessment of potentially probiotic properties of Lactobacillus strains isolated from chickens”. Polish Journal of Veterinary Sciences, no. 19, vol. 1, 2016, pp. 15–20, ISSN: 2300-2557, DOI: 10.1515/pjvs-2016-0003.

LAURENCIO, M.; ARTEAGA, F.; RONDÓN, A.J.; ORMAZA, J.; PINTO, J.; PAZMIÑO, D.; MACÍAS, I. In vitro probiotic potential of Lactobacillus spp. strains from the vagina of dairy cows. Pastos y Forrajes, no. 40, vol. 3, 2017, pp. 206-215.

LEÓN, L.; SAN ANDRÉS, L.; NUMBERG, M. Prevención de mamarias bovinas, panorama actual del medicamento, no. 29, vol. 287, 2005, pp. 988-992.

LILLEY, D.M.; STILLWELL, R.H. Probiotics: Growth promoting factors produced by microorganisms. Sci. no. 147, 1965, pp. 747-748.

LÓPEZ, J. 2014. Mamitis bovina: definición, etiología y epidemiología de la enfermedad. Ciencia Veterinaria. Disponible en internet: <http://cienciaveterinaria.com/mamitis-definicion-etilogia-y-epidemiologia/>. Consultado: 2 de mayo de 2018.



MARTÍNEZ, D.; CRUZ, A.; MILLAN, A.; MORENO, G. Evaluación del estado de resistencia de agentes etiológicos de mastitis clínica y subclínica frente a algunos antimicrobianos utilizados en hembras bovinas del Municipio de Sotaquirá (Boyacá-Colombia). *Revista Científica*. no.25, vol. 3, 2015.

MESA, J. A. Empleo del aditivo zootécnico SULTILPROBIO® en la prevención y control de la mastitis bovina. Trabajo de diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Matanzas, (Cuba), 2018.

METCHNIKOFF, E. The prolongation of life. En: *Optimistic studies*. Heinemann, William (ed). G. P. Putnam & Sons, London, 1907, UK: 1-100.

MILIÁN, G. Obtención de cultivos de *Bacillus* spp. y sus endosporas. Evaluación de su actividad probiótica en pollos (*Gallus gallus domesticus*). Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, (Cuba), 2009.

MILIÁN, G.; RONDÓN, A.J.; PÉREZ, M.; ARTEAGA, F.; BOUCOURT, R.; PORTILLA Y.; RODRÍGUEZ, M., PÉREZ, Y.; LAURENCIO, M.E. Effect of zootechnical additives on productive and health indicators in broilers. *Pastos y Forrajes*, No. 40, Vol. 4, 2017, pp. 315-322.

MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. Balance Anual del Grupo Ganadero. La Habana (Cuba). 2017.

NGUYEN, A. T.; NGUYEN, D. V.; TRAN, M. T.; NGUYEN, L. T.; NGUYEN, A. H.; PHAN, T. N. Isolation and characterization of *Bacillus subtilis* CH16 strain from chicken gastrointestinal tracts for use as a feed supplement to promote weight gain in broilers. *Lett. Appl. Microbiol.* no. 60, vol. 6, 2015, pp. 580-588.

OCHOA, A.; LOEZA, P.; TORRES, F.; LOEZA, H.; MASCOT, N.; SÁNCHEZ, S.; LÓPEZ, J.E. Antimicrobial susceptibility and invasive ability of *Staphylococcus aureus* isolates from mastitis from dairy backyard systems. *Antonie van Leeuwenhoek*, no. 94, 2008, pp. 199-206.

OLIVEIRA, L.; LANGONI, H.; HULLAND, C. Y RUEGG, P. L. Minimum inhibitory concentrations of *Staphylococcus aureus* recovered from clinical and subclinical cases of bovine mastitis. *Journal of dairy science*, no. 95, vol. 4, 2012, pp. 1913-1920.

PARKER, R.B. Probiotics, the other half of the antibiotics story. *Anim. Nutr. Health*, no. 29, 1974, pp. 4-8.



PEREYRA, E.; DALLARD, B.; CALVINHO, L. Aspectos de la respuesta inmune innata en las infecciones intramamarias causadas por *Staphylococcus aureus* en bovinos. Revista argentina de Microbiología, no. 46, vol. 4, 2014, pp. 363-375.

PÉREZ-CANO, F.J.; DONG, H.; YAQOOB, P. In vitro immunomodulatory activity of *Lactobacillus fermentum* CECT5716 and *Lactobacillus salivarius* CECT5713: two probiotic strains isolated from human breast milk. Immunobiology, no. 12, 2010, pp. 996-1004.

PINO, A.; DIHIGO L. E. 2007. Ensayo sobre el efecto de los probióticos en la fisiología animal. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, (En línea) Disponible en: <http://www.monografías.com>. Consultado el 5 de abril 2018.

PONCE, P.; RIBOT, A.; CAPDEVILA, J. Z.; VILLOCH, A. Manual aprendiendo de la leche PROCAL. San José de las Lajas. Mayabeque. Cuba: CENSA, MINAG. 2010.

RAMÍREZ, N.; GAVIRIA, G.; ARROYAVE, O.; SIERRA, B.; BENJUMEA, J. Prevalencia de mastitis en vacas lecheras lactantes en el municipio de San Pedro de los Milagros, Antioquia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, no. 14, vol. 1, 2016, pp. 76-87.

RONDÓN, A.J. Obtención de biopreparados a partir de lactobacilos autóctonos del tracto digestivo de pollos y evaluación de su efecto probiótico en estos animales. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, (Cuba), 2009.

RUIZ, A.; PEÑA, J.; GONZÁLEZ, D. Situación de la mastitis bovina en Cuba. Revista electrónica de Veterinaria, no. 13, vol. 12, 2012, pp. 1-12.

RUIZ, A.; PEÑA, J.; REMÓN, D. Mastitis bovina en Cuba. Artículo de revisión. Rev. prod. anim. no. 28, vol. 2-3, 2016, pp. 39-50.

RYAN, M.; MEANEY, W.; ROSS, R.; HILL C. Evaluation of lacticin 3147 and a teat seal containing this bacteriocin for inhibition of mastitis pathogens. Appl Environ Microbiol. no. 64, vol. 6, 1998, pp. 2287-2290.

SÁNCHEZ, L.; PEÑA, J. Actividad antimicrobiana de cepas de *Lactobacillus* spp. contra patógenos causantes de mastitis bovina. Rev. Salud Anim. no. 2, vol. 38, pp. 85-92. 2016

SANDERS, M. Impact of probiotics on colonizing microbiota of the gut. *J Clin Gastroenterol. Suppl*: S115-9. Doi:10.1097/MCG.0b013e318227414a. 2011.

SANZ, Y.; COLLADO, M.; DALMAU, J. Probióticos: criterios de calidad y orientaciones para el consumo. *Acta Pediátrica Española*, no. 61, 2003, pp. 476-482.

SCHROEDER, J.. Mastitis Control Programs. *REV CLÍN MED FAM*. No. 5, Vol. 1, 2012, pp. 25-29.

SUÁREZ, V. H.; MARTÍNEZ, G. M.; GIANRE, V.; CALVINHO, L.; RACHOSKI, A.; CHÁVEZ, M.; BERTONI, E.. Relaciones entre el recuento de células somáticas, test de mastitis California, conductividad eléctrica y el diagnóstico de mastitis subclínicas en cabras lecheras. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*. No. 40, vol. 2, 2014, pp.145-153.

TRUJILLO, C. M.; GALLEGRO, A. F.; RAMÍREZ, N.; PALACIO, G. Prevalencia de mastitis en siete hatos lecheros del oriente antioqueño. *Rev. Colom. Cienc. Pecuaria*. No. 24, Vol. 1, 2011, pp. 11-18.

TWOMEY, D.; WHELOCK, A.; FLYNN, J.; MEANEY, W.; HILL, C.; ROSS, R. Protection against *Staphylococcus aureus* mastitis in dairy cows using a bismuth-based teat seal containing the bacteriocin, lacticin 3147. *J DairySci*. no. 83, vol. 9, 2000, pp. 1981-1988.

UCHUARI, I.A. Evaluación de la lidocaína clorhidrato como tratamiento alternativo de la mastitis subclínica bovina en animales de mediana producción láctea. Trabajo de Titulación. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala. Ecuador. 2018.

VISSIO, C.; AGUERO, D.; RASPANTI, C.; ODIERNO, L.; LARRIESTRA, A. (. Pérdidas productivas y económicas diarias ocasionadas por la mastitis y erogaciones derivadas de su control en establecimientos lecheros de Córdoba, Argentina. *Archivos de medicina veterinaria*, no. 47, vol. 1, 2015, pp. 7-14.

WIRAWAN, R.E.; SWANSON, KM.; KLEFFMANN, T.; JACK, R.W.; TAGG, J.R. Uberolysin: a novel cyclic bacteriocin produced by *Streptococcus uberis*. *Microbiology*, no. 153, vol. 1, 2007, pp. 619 - 630.