

## Uso de bacterias ácido-lácticas en nutrición y/o como antimicrobiano

### Use of lactic acid bacteria in nutrition and/or as antimicrobial

Valeria López-Alvarado<sup>a</sup>, Mariana Martínez Zamora<sup>a</sup>, Jaquelin Gamboa-Gutiérrez<sup>a</sup>, Armando Peláez-Acero<sup>a</sup>, Armando Zepeda-Bastida<sup>a</sup>, Diana Patricia Carreón-Camacho<sup>a\*</sup>

#### Abstract:

Lactic Acid Bacteria were classified as Gram-positive, non-spore-forming, non-motile, coccus- or rod-shaped, microaerophilic, or facultative anaerobic; they primarily synthesize lactic acid during fermentation. In recent decades, the potential of lactic acid bacteria as natural preservatives for dairy products has been explored due to the production of various metabolites such as lactic acid, hydrogen peroxide, diacetyl, carbon dioxide, and bacteriocins, the latter being those that have aroused the most significant interest. Lactic acid bacteria (LAB) are Gram-positive, non-pathogenic microorganisms widely used in food fermentation. This manuscript reviews their relevance in human and animal nutrition and their potential as antimicrobial agents. LABs produce metabolites such as lactic acid, acetic acid, hydrogen peroxide, diacetyl, and bacteriocins, which inhibit pathogens, including *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, and *Salmonella spp.* Their application as probiotics and postbiotics promotes gut health, digestion, and immune response. The paper outlines the action mechanisms of these bioactive compounds, along with methods for their isolation, cultivation, and identification. Their biotechnological uses include natural food preservatives, nutritional supplements in livestock, and incorporation into fermented foods to manage conditions such as lactose intolerance and hypertension. Bacteriocins, in particular, are highlighted as promising alternatives to synthetic antibiotics. The article concludes that LAB are valuable tools in food production and public and veterinary health, emphasizing their potential as functional components in sustainable systems for nutrition and disease prevention.

#### Keywords:

Bacteria, lactic acid, lactobacilli

#### Resumen:

Las bacterias ácido-lácticas (BAL) son microorganismos Gram positivos, no patógenos y ampliamente utilizadas en la fermentación de alimentos. Este manuscrito revisa su relevancia en la nutrición humana y animal, así como su potencial como agentes antimicrobianos. Las BAL producen metabolitos como ácido láctico, ácido acético, peróxido de hidrógeno, diacetilo y bacteriocinas, los cuales inhiben el crecimiento de patógenos como *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Se destacan sus aplicaciones como probióticos y posbióticos, favoreciendo la salud intestinal, la digestión y la respuesta inmune. Se describen los mecanismos de acción de sus compuestos bioactivos, así como los métodos de aislamiento, cultivo e identificación. Además, se abordan sus usos biotecnológicos, como bio-conservantes en la industria alimentaria, suplementos nutricionales en ganadería y su inclusión en alimentos fermentados para tratar afecciones como la intolerancia a la lactosa o la hipertensión. Las bacteriocinas, en particular, representan una alternativa prometedora a los antibióticos sintéticos. El artículo concluye que las BAL son herramientas valiosas en la producción alimentaria y en la salud pública y veterinaria, resaltando su potencial como componentes funcionales en sistemas sustentables de alimentación y sanidad.

#### Palabras Clave:

Bacterias, ácido láctico, lactobacilos

<sup>a</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. Valeria López-Alvarado <https://orcid.org/0009-0006-0241-8330> [valerialopez.bj602@gmail.com](mailto:valerialopez.bj602@gmail.com), Mariana Martínez Zamora <https://orcid.org/0009-0005-4140-2211> [mvz.marianamz@gmail.com](mailto:mvz.marianamz@gmail.com), Jaquelin Gamboa-Gutiérrez <https://orcid.org/0009-0004-5968-589X> [jaquelingamboagutierrez@gmail.com](mailto:jaquelingamboagutierrez@gmail.com), Armando Peláez-Acero <https://orcid.org/0000-0001-7004-4824> [pelaeza@uaeh.edu.mx](mailto:pelaeza@uaeh.edu.mx), Armando Zepeda-Bastida <https://orcid.org/0000-0003-0572-5206> [azepeda@uaeh.edu.mx](mailto:azepeda@uaeh.edu.mx)

\*Autor de correspondencia: Diana P. Carreón-Camacho <https://orcid.org/0000-0001-9259-9943> [diana\\_carreon@uaeh.edu.mx](mailto:diana_carreon@uaeh.edu.mx)

## 1. Introducción

Las bacterias ácido-lácticas (BAL) son un grupo heterogéneo de bacterias Gram positivas, no patógenas, no toxigénicas, fermentadoras de diferentes carbohidratos para la producción de ácido láctico; estas residen en forma habitual en plantas, alimentos y en las microbiotas de organismos superiores [1]. Estas bacterias han mostrado una serie de beneficios potenciales para la salud animal y humana. Algunos animales que han sido alimentados con BAL como promotores de crecimiento presentan una mayor eficiencia en el aprovechamiento del alimento, lo que se traduce en una mejora de los procesos digestivos, de absorción, síntesis de nutrientes y resistencia a enfermedades potenciando el sistema inmune innato frente a la lucha contra patógenos, esto gracias a sus propiedades para producir metabolitos antimicrobianos y a su capacidad para interactuar con el sistema inmune del huésped, evitando así infecciones intestinales y disminuyendo la cantidad de estrés [2]. Es por ello por lo que se utilizan de forma habitual en formulaciones con compuestos bioactivos como los probióticos y derivados como los posbióticos [1].

En la actualidad ha aumentado la incidencia de agentes patógenos bacterianos resistentes a múltiples antibióticos. Una de las principales ventajas a considerar es utilizar las BAL como antibióticos de forma menos dañina para la flora intestinal natural de los pacientes, ya que esto resulta ser uno de los inconvenientes más comunes del uso indiscriminado de antibióticos [3]; además, las BAL tienen la capacidad de producir sustancias que inhiben el crecimiento de otros microorganismos (bacterocinas), por lo que se han utilizado como agentes bioconservadores, su aplicación puede hacerse inoculando la bacteria para que produzca el agente antibacteriano directamente en el alimento o usando dicho agente previamente purificado como aditivo alimentario, desempeñando un papel muy importante en los procesos de fermentación y su uso en la industria alimentaria [4].

## 2. Bacterias ácido-lácticas

Las BAL pertenecen al orden *Lactobacillales* que agrupa a varias familias y géneros de acuerdo con

su morfología, metabolismo y fisiología. Los géneros más representativos son *Lactobacillus* y *Pediococcus*; algunas otras contemplan el género *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* y *Leuconostoc*. Revisiones taxonómicas recientes han sugerido incorporar otros géneros, entre ellos *Aerococcus*, *Oenococcus*, *Carnobacterium* y *Weisella* [5]. En general, las BAL son Gram-positivas, catalasa y oxidasa negativas, anaerobias facultativas o microaerobias, de morfología esférica o bacilar, inmóviles, no esporuladas, productoras de ácido láctico como producto final de su metabolismo; la mayoría están clasificadas como seguras; sin embargo, algunas especies y cepas, especialmente de los géneros *Streptococcus* y *Enterococcus*, pueden ser patógenas [1].

Otra característica importante de las BAL es que deben de contar con la capacidad de atravesar la barrera digestiva para multiplicarse, colonizar el intestino y poder generar una barrera frente a los patógenos; al producir ácido láctico, ácido acético, peróxido de hidrógeno y tiocianato como productos finales de su metabolismo, lo que provoca reducción en el pH del ambiente intestinal, dando un efecto inhibitorio de bacterias Gram positivas y Gram negativas patógenas [5].

## 3. Importancia de las BAL como probióticos

Los probióticos se definen como microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades apropiadas, aportan beneficios a la salud del hospedero; para que estos productos sean eficaces, es fundamental que los microorganismos logren colonizar el intestino. Sin embargo, existen diversos factores que pueden dificultar este proceso y que resultan difíciles de controlar, entre ellos las características propias de la microbiota del hospedero, el uso de antibióticos u otros fármacos, así como las diferencias genéticas individuales [6]. Por otro lado, los posbióticos son moléculas solubles generadas del metabolismo de los probióticos, contribuyen a mejorar los parámetros de salud y a optimizar el rendimiento productivo y la rentabilidad en los animales, al reducir la incidencia de enfermedades con alta tasa de mortalidad y morbilidad, especialmente durante las etapas críticas del ciclo productivo. Su inclusión en fases de alta demanda nutricional mejora la digestibilidad y el

aprovechamiento de los nutrientes, promoviendo la producción y absorción de compuestos esenciales para acelerar el crecimiento y aumentar la eficiencia en la conversión alimenticia; así mismo, al modular la microbiota intestinal, favorecen el incremento de bacterias *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, ya que inhiben enterobacterias potencialmente patógenas como *Escherichia coli* y *Clostridium spp* [7, 8]. Un gran potencial de los posbióticos para la sanidad global está en la reducción del uso de antimicrobianos; esto gracias a la capacidad de las BAL para producir sustancias inhibitorias del crecimiento de patógenos, que se postulan como una novedosa alternativa para la limitación del uso de antibióticos en animales de producción. Por otro lado, su capacidad para potenciar el sistema inmunitario, logrando que los microorganismos de los animales puedan hacer frente a determinadas enfermedades de forma más efectiva, disminuyendo la cantidad de antibióticos y evitando su utilización [9, 10].

#### 4. Mecanismos de acción

##### *Bacteriocinas*

Estas son producto del metabolismo en algunas BAL ya que tienen aplicación sobre la conservación de alimentos, actuando como compuestos que inhiben el crecimiento de otras bacterias; son sintetizadas en los ribosomas y se diferencian de los antibióticos debido a que estas tienen una estructura polipeptídica de mayor peso molecular, tienen un modo de acción distinto y un espectro reducido por lo que únicamente tienen capacidad de inhibir bacterias estrechamente relacionadas con la cepa productora [11]. Las bacteriocinas han ganado relevancia en diversas áreas de la industria alimentaria como una alternativa eficaz de biocontrol, sus aplicaciones van desde el control de patógenos en alimentos procesados en donde la adición de bacteriocinas ha sido estudiada para sustituir el uso de conservadores, abriendo una posibilidad de disminuir el uso de aditivos sintéticos, hasta su uso en el control de patógenos y fitopatógenos de interés en el área agroalimentaria. Entre sus características se encuentra inhibir numerosos microorganismos patógenos importantes involucrados en enfermedades transmitidas por alimentos, como *Listeria*

*monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* y *Salmonella spp.* [12].

Se ha comprobado que las bacteriocinas poseen un gran potencial en la bio-preservación de diversos productos alimenticios, incluyendo carnes, lácteos, alimentos enlatados, pescados, bebidas alcohólicas, ensaladas, huevos, productos de panadería, vegetales, entre otros; se pueden incorporar de las siguientes maneras:

- Añadidas directamente al alimento, ya sea en su forma purificada o semipurificada.
- Como aditivos durante la elaboración del producto [13].

Para su uso, las bacteriocinas deben cumplir con varios criterios de regulación para su aplicación en alimentos, tales como:

- Deben estar dentro de la clasificación GRAS (sin riesgo para la salud).
- Reconocidas y aceptadas para su uso en alimentos por una autoridad reguladora.
- Poseer un amplio espectro de inhibición contra microorganismos patógenos.
- Contribuir a mejorar la seguridad, la calidad sensorial y el perfil de sabor de los alimentos.
- Demostrar una elevada eficacia antimicrobiana incluso a bajas concentraciones [13].

Las bacteriocinas pueden clasificarse en cuatro clases principales, basadas en sus propiedades estructurales y funcionales:

Clase I: corresponde a los lantibióticos, compuestos antimicrobianos de bajo peso molecular y amplio espectro de acción, entre los cuales la nisina es el representante más destacado.

Clase II: son péptidos pequeños, termoestables y de bajo peso molecular, caracterizados principalmente por su actividad antilisterial.

Clase III: péptidos de mayor tamaño, termolábiles, que pierden su actividad biológica al ser expuestos a altas temperaturas; un ejemplo característico es la helveticina.

Clase IV: comprende bacteriocinas de naturaleza compleja, compuestas por asociaciones

con lípidos y/o carbohidratos, que les confieren propiedades estructurales particulares [14].

Las bacteriocinas actúan formando poros en la membrana plasmática de las células patógenas. La nisina y algunos péptidos pequeños, como lactacina, actúan mediante este mecanismo. La estructura secundaria de las bacteriocinas, como la alfa-hélice o la estructura B-laminar, puede formar poros complejos en las membranas celulares, dando como resultado la salida de compuestos celulares tales como iones K<sup>+</sup>, ATP, aminoácidos y moléculas pequeñas. La pérdida de estas sustancias provoca una alteración del potencial de membrana, lo que conlleva el agotamiento de las reservas energéticas de la célula y una disminución en la síntesis de ADN, ARN y proteínas, provocando la muerte celular [14].

#### *Ácido acético y láctico*

Se ha documentado que el ácido acético tiene mayor capacidad antimicrobiana respecto al ácido láctico, inhibiendo levaduras, mohos y bacterias. El mecanismo de acción está basado en la disminución del pH del medio, aumentando así la proporción de ácidos orgánicos en su forma no disociada. Debido a que estos son lipofílicos, pueden atravesar la membrana y ejercer su efecto inhibitorio, interfiriendo en las funciones celulares como la traslocación de sustratos y fosforilación oxidativa, provocando un bombeo de protones hacia el interior de las células y una posible desestabilización de la membrana [15].

#### *Diacetilo y acetaldehído*

El diacetilo tiene acción bactericida contra bacterias Gram negativas y bacteriostática contra bacterias Gram positivas. Su mecanismo de acción está basado en su grupo alfa-dicarbonil que reacciona con los aminoácidos de las enzimas microbianas desactivándolas por bloqueo o modificación [15].

#### *Peróxido de hidrógeno*

Las BAL producen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como mecanismo de protección frente al oxígeno, por la acción de oxidasas o NADH peroxidasas y al carecer de una catalasa que elimine el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> generado, se acumula en el medio, la acción inhibitoria se atribuye a su efecto oxidante, produciendo la peroxidación de los lípidos de la membrana y la destrucción de la

estructura básica molecular de proteínas celulares [16].

#### *Peptidoglicano hidrolasas*

Son enzimas que hidrolizan el peptidoglicano, principal componente de la pared celular de las bacterias. Algunas funciones de esta incluyen: regulación del crecimiento de la pared celular, intercambio de unidades de peptidoglicano durante el crecimiento, separación de células hijas durante la división y autólisis que se induce en condiciones adversas como la falta de nutrientes [16].

## **5. Aplicaciones biotecnológicas**

Destacan sus aplicaciones dentro del ámbito de la alimentación humana y animal, utilizadas como cultivos iniciadores en la elaboración y conservación de productos alimenticios, mejorando sus características organolépticas y propiedades nutricionales. Actualmente, las BAL han demostrado tener numerosos beneficios para la salud de los hospedadores y, por ende, desde hace décadas son utilizadas en formulaciones como compuestos bioactivos como es el caso de los probióticos y sus derivados. En relación con sus propiedades fermentativas, las BAL facilitan la digestión y el aprovechamiento de los nutrientes de la dieta y también participan en la síntesis de algunos micronutrientes como vitaminas del grupo B. Cabe destacar la capacidad de las BAL para inhibir patógenos mediante la producción de sustancias antimicrobianas, confiriendo capacidad para establecer un nicho ecológico del hospedero y modular la microbiota comensal hacia grupos de bacterias benéficas [1].

La ingesta de probióticos, ya sea mediante productos lácteos fermentados o en forma de células vivas, genera efectos positivos significativos sobre la salud humana, ya que mantiene la flora intestinal y previene o trata problemas digestivos. El consumo de productos fermentados y BAL es sugerido para controlar problemas estomacales como la diarrea, causando un restablecimiento de la flora intestinal normal aun cuando se ve afectada durante terapias con antibióticos; la mezcla de probióticos contribuye positivamente a la salud en pacientes que padecen colitis ulcerosa y úlcera péptica provocada por *Helicobacter pylori*. Los componentes celulares de

las bacterias probióticas actúan como inmunomoduladores, promoviendo la activación de los macrófagos y linfocitos, causando una resistencia del huésped a los patógenos [5].

Respecto a la intolerancia a la lactosa, la cual afecta a individuos cuyo intestino delgado presenta una deficiencia en la producción de la enzima lactasa, se ha observado que el consumo de productos lácteos fermentados genera pocos o ningún efecto adverso, lo que facilita una mejor tolerancia y aceptación de estos alimentos; por otro lado, diversos estudios han evidenciado una reducción en los niveles de colesterol sérico asociada al consumo elevado de productos lácteos fermentados; así mismo, se ha comprobado que el consumo de leches fermentadas contribuye a una reducción moderada de la presión arterial en individuos hipertensos, efecto atribuido a la presencia de péptidos con actividad inhibidora de la enzima convertidora de angiotensina I (ACE), generados durante el proceso de fermentación por BAL [5].

Las BAL también han mostrado una gran relevancia en la salud animal, ya que ayudan a una mejor digestibilidad de nutrientes, como es el caso en rumiantes, en becerras de reemplazo, en las cuales existe el mal suministro de calostro o alimentación con sustitutos de leche de baja calidad, lo que provoca diarreas que causan mortalidad en más de 10% durante las primeras semanas de vida. Para reducirla, se promueve el uso de probióticos a partir de bacterias ácido-lácticas, ayudando a prevenir y/o disminuir las diarreas, mejorando la ganancia de peso; sin embargo, es importante destacar que los productos deben cumplir con el número mínimo de microorganismos que se requieren en el intestino del becerro para una adecuada salud [17].

Otra aplicación de las BAL en la salud animal es su uso en la elaboración de ensilaje de pescado, el cual actúa como una fuente de carbohidratos, dando lugar a un suplemento proteico de alta calidad. El ensilado de pescado cuando es producido por fermentación con bacterias lácticas ofrece diversas ventajas como son evitar la compra de ácidos de altos costos y en ocasiones corrosivos, los cuales requieren ser neutralizados antes del consumo, posee mayor digestibilidad de proteínas por fermentación láctica que por adición de ácidos y es

más atractivo para los animales, cuenta con una alta digestibilidad proteica, fuente de lípidos y minerales; dando como resultado una buena alimentación y ganancia de peso en el ganado [17].

## 6. Aislamiento de bacterias ácido-lácticas

Existen diferentes métodos para obtener a las BAL del hospedero, una de ellas es a partir de la mucosa oral; se coloca un hisopo dentro de un tubo con 10 ml de agua peptonada estéril, posteriormente ya que el hisopo está húmedo se introduce en la boca del hospedero tocando la mucosa perfectamente y girando el hisopo para lograr recolectar la mayor cantidad de muestra posible durante tres segundos, es importante que la toma de muestra se realice previo a la ingesta de alimento [17].

Otra técnica es aislando a través del calostro y la leche; se realiza la limpieza y desinfección de los pezones, posteriormente se colecta una muestra de calostro (5 ml) y leche (10 ml), se colocan en frascos estériles a 4°C, es importante mantener condiciones asépticas, evitando la contaminación al extraer y al conservar la muestra [18]. Se deben preenriquecer las muestras antes de la siembra, para favorecer el crecimiento de las bacterias ácido-lácticas, en un Medio de Resuspensión de Calicchia (CRM) durante 30 minutos a 23°C, antes de sembrar en placa, la tasa de recuperación de UFC debe ser aproximadamente del 50%. El medio de cultivo se colocó en tubos conteniendo 5 ml de caldo Mann, Rogosa y Sharpe (MRS) se incuban a 37°C durante 18 horas, se extrae una muestra con asa bacteriológica y se siembra en cajas Petri conteniendo MRS, se incuban a 37°C por 48 horas en condiciones anaerobias y aerobias [19].

También se pueden tomar muestras a partir de heces, con un hisopo estéril, el cual es introducido en el ano del hospedero, para que la muestra no venga contaminada por el ambiente, se pasa a un cultivo estéril de MRS para ser transportada. Se debe reposar durante 48 horas a una temperatura de 37°C, en condiciones microaerobias de 5 a 7% v/v de oxígeno. Posteriormente, con el hisopo se siembra directamente en placas de MRS y se incuban a 37°C durante 48 horas [20].

## 7. Medio de cultivo

### *Man Rogosa Sharpe (MRS)*

Medio complejo utilizado para el cultivo, aislamiento y cuantificación de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* a partir de distintas matrices biológicas o alimentarias a partir de caldo MRS previamente inoculado e incubado. Se recomienda el método de vaciado en placa para obtención de mejores resultados. Se debe incubar de 24 a 72 horas a 37°C (+/-) en atmósfera con 5% de CO<sub>2</sub> [21].

## 8. Técnicas de identificación y cuantificación para bacteriocinas

### *Pruebas biológicas*

Constituyen la etapa inicial en la identificación de cepas bacterianas productoras de bacteriocinas. Entre los métodos más empleados se encuentran el ensayo de difusión en agar y análisis turbidométricos, los cuales se fundamentan en la inhibición del crecimiento de un microorganismo indicador previamente inoculado en una placa de micro titulación [22].

### *Pruebas genéticas*

Las técnicas de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y la hibridación DNA-DNA (como el método de Southern blotting) son herramientas genéticas empleadas para identificar si una cepa bacteriana posee el potencial genético para codificar una bacteriocina específica. Estas metodologías se caracterizan por su alta especificidad y sensibilidad, recursos valiosos para detectar la presencia del gen estructural asociado a una bacteriocina conocida en múltiples cepas; no obstante, la identificación de dicho gen en un organismo hospedador no garantiza la expresión ni la cuantificación de su producción [22].

### *Pruebas biológicas*

Métodos eficaces para la detección y cuantificación de bacteriocinas, en su mayoría, se fundamentan en la inmovilización del antígeno sobre una superficie inerte, donde posteriormente puede ser reconocido por un anticuerpo específico. La detección del complejo antígeno-anticuerpo se realiza mediante una reacción enzimática. En general, los ensayos inmuno-enzimáticos permiten identificar y cuantificar bacteriocinas tanto en

sobrenadantes de cultivos bacterianos como en matrices alimentarias donde estas sustancias estén presentes [22].

## 9. Conclusiones

Las bacterias ácido-lácticas son un grupo de microorganismos utilizados tanto en la alimentación humana como animal, así como contra otros microorganismos patógenos causantes de enfermedades, debido a los metabolitos que producen; por lo que son consideradas para un uso biotecnológico más amplio, como aditivo en la alimentación humana y/o animal, como probiótico o agente antimicrobiano.

## Agradecimientos

A los integrantes del Cuerpo Académico de Biotecnología Veterinaria del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

## Conflicto de intereses

No existen conflictos de intereses.

## Referencias

- [1] Bravo MS. Caracterización de bacterias ácido-lácticas con propiedades antimicrobianas e inmunomoduladores y su investigación aplicada en sanidad animal. Tesis de Doctorado, Universidad de Extremadura 2021.
- [2] Sánchez L, Tromps J. Caracterización in vitro de bacterias ácido-lácticas con potencial probiótico. Revista de Salud Animal 2014, 36(2):124-129. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-570X2014000200008&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2014000200008&lng=es&tlng=es)
- [3] Vieco-Saiz N, Belguesmia Y, Raspoet R, Auclair E, Gancel F, Kempf I, Drider D. Benefits and Inputs From Lactic Acid Bacteria and Their Bacteriocins as Alternatives to Antibiotic Growth Promoters During Food-Animal Production. Front Microbiol 2019, 10:57. doi: 10.3389/fmicb.2019.00057.
- [4] Parra RAP. Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. Rev.Bio.Agro 2010, 8(1):93-105. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a12.pdf>
- [5] Ramírez JCR, Ulloa PR, Velázquez MYG, Ulloa JA, Romero FA. Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Revista Fuente 2011, 2(7):1-16. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-07/1.pdf>
- [6] Sanders ME, Merenstein DJ, Reid G, Gibson GR, Rastall RA. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. Nat Rev Gastroenterol Hepatol 2019, 16(10):605-616. doi: 10.1038/s41575-019-0173-3.
- [7] Salminen S, Collado MC, Endo A et al. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. Nat Rev Gastroenterol Hepatol 2021, 18: 649–667. <https://doi.org/10.1038/s41575-021-00440-6>
- [8] Izuddin WI, Loh TC, Samsudin AA, et al. Effects of postbiotic supplementation on growth performance, ruminal fermentation and microbial profile, blood metabolite and GHR, IGF-1 and MCT-1 gene

- expression in post-weaning lambs. BMC Vet Res 2019, 15:315. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-2064-9>
- [9] Zhong Y, Wang S, Di H, et al. Gut health benefit and application of postbiotics in animal production. J Animal Sci Biotechnol 2022, 13: 38. <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00688-1>
- [10] Leistikow KR, Beattie RE, Hristova KR. Probiotics beyond the farm: Benefits, costs, and considerations of using antibiotic alternatives in livestock. Front Antibiot 2022, 1:1003912. doi: 10.3389/frabi.2022.1003912.
- [11] Camargo IP, Gómez SB, Salazar VM. Impacto de las bacteriocinas, importancia como preservantes en la industria de alimentos. Revista TEORÍA Y PRAXIS INVESTIGATIVA 2099, 4(2):27-31. <file:///C:/Users/arman/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownload/s/6c776a14-6ad6-43bc-aa4f-f063ba23afa0/Dialnet-ImpactoDeLasBacteriocinasImportanciaComoPreservant-3726666.pdf>
- [12] Mondragon GP, Escalante PM, Osuna JAC, Ibarra VJ, Morlett JAC, Aguilar CNG, Rodríguez RH. Bacteriocins: characteristic and applications in foods. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes 2013, 59:64-70. <https://investigacion.uaa.mx/RevistaIyC/archivo/revista59/Articulo%208.pdf>
- [13] Beristain-Bauza SC, Palou E, Lopez-Malo A. Bacteriocinas: antimicrobianos naturales y su aplicación en los alimentos. Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos 2012, 6(2):64-78.
- [14] Tormo CR. Probióticos. Concepto y mecanismos de acción. An. Pediatr 2006, 4(supl.1):30-41. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-146815>
- [15] Mora NP, García AG. Susceptibilidad de bacterias ácido-lácticas (BAL) frente a diversos antibióticos. Tesis de Licenciatura, Univrsidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 2007. <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Susceptibilidad%20de%20bacterias%20acido%20lacticas.pdf>
- [16] Olvera-García M, Serrano-Maldonado CE, Quirasco M. Detección de proteínas con actividad antibacteriana producidas por bacterias ácido-lácticas. BioTecnología 2015, 19(1):25-43. [https://www.researchgate.net/profile/Maricarmen-Quirasco/publication/280568781\\_Deteccion\\_de\\_Proteinas\\_con\\_Actividad\\_Antibacteriana\\_Producidas\\_por\\_Bacterias\\_Acido\\_Lacticas/links/55ba5bbc08aed621de0aced4/Deteccion-de-Proteinas-con-Actividad-Antibacteriana-Producidas-por-Bacterias-Acido-Lacticas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maricarmen-Quirasco/publication/280568781_Deteccion_de_Proteinas_con_Actividad_Antibacteriana_Producidas_por_Bacterias_Acido_Lacticas/links/55ba5bbc08aed621de0aced4/Deteccion-de-Proteinas-con-Actividad-Antibacteriana-Producidas-por-Bacterias-Acido-Lacticas.pdf)
- [17] Landa-Salgado P, Caballero-Cervantes Y, Ramírez-Briebesca E, Hernández-Anguiano AM, Ramírez-Hernández LM, Espinosa-Victoria D, Hernández-Sánchez D. Aislamiento e identificación de bacterias ácido-lácticas con potencial probiótico para becerros del altiplano mexicano. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 2019, 10(1):68-83. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i1.4512>
- [18] Kamra DN, Chaudhary LC, Singh R, Pathak NN. Influence of feeding probiotics on growth performance and nutrient digestibility in rabbits. World Rabbit Science 1996, 4(2):85-88. DOI: <https://doi.org/10.4995/wrs.1996.276>
- [19] Sánchez HS, Domínguez FF, Ochoa GM, Alfaro RA. Isolation of Lactic Acid Bacteria from the Digestive Tract of the Piglet. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 2017, 28(3):730-736. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i3.13372>
- [20] Cortez RJ, Aranguren AJ, Gonzalez M, Perazzo Y, López-Ortega AA. Aislamiento e identificación de bacterias ácido láctico del género *Lactobacillus spp* a partir de heces de perros (*Canis lupus falmiliaris*) mestizos lactantes. Gaceta de Ciencias Veterinarias 2014, 19(1):5-10. <file:///C:/Users/arman/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownload/s/ac53b003-c2fe-4fb3-81ed-457a437dff45/cortez.pdf>
- [21] Chevalier P, Roy D, Ward P. Detection of Bifidobacterium species by enzymatic methods. J. Appl. Bacteriol 1990, 68(6):619-624. doi: 10.1111/j.1365-2672.1990.tb05227.x
- [22] Monroy MCD, Castro TB, Fernández FJP, Mayorga LR. Revisión bibliográfica: Bacteriocinas producidas por bacterias probióticas. ContactoS 2009, 73:63-72. [file:///C:/Users/arman/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownload/s/a9ded002-d5d1-4503-a819-b3e280c2711c/Revision\\_bibliografica\\_Bacteriocinas\\_producidas\\_po%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/arman/AppData/Local/Temp/MicrosoftEdgeDownload/s/a9ded002-d5d1-4503-a819-b3e280c2711c/Revision_bibliografica_Bacteriocinas_producidas_po%20(1).pdf)

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.