



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“UTILIDAD DE LAS BACTERIOCINAS PRODUCIDAS POR  
BACTERIAS LÁCTICAS PARA LA BIOCONSERVACIÓN DE  
PRODUCTOS CÁRNICOS”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA:** KARLA MARISOL VALLEJO ANDI

**DIRECTOR:** Ing. JESÚS RAMÓN LÓPEZ SALAZAR. MS.c.

Riobamba – Ecuador

2021

**©2021, Karla Marisol Vallejo Andi**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo citas bibliográficas del documento; siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Karla Marisol Vallejo Andi, declaro que el presente trabajo de titulación, de enfoque investigativo es de mi autoría y los resultados del mismo son verídicos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 19 de Julio 2021

**Karla Marisol Vallejo Andi**

**160078656-8**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación “**UTILIDAD DE LAS BACTERIOCINAS PRODUCIDAS POR BACTERIAS LÁCTICAS PARA LA BIOCONSERVACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS**”, realizado por la señorita: **KARLA MARISOL VALLEJO ANDI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Luis Fernando Arboleda Álvarez, PhD. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	19-07-2021
Ing. Jesús Ramón López Salazar, MSc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	19-07-2021
Ing. Antonio Nelson Duchi Duchi, PhD. <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>	_____	19-07-2021

## **DEDICATORIA**

A Dios, por la vida y salud, por ser quién guía mis pasos, quién me da la fortaleza suficiente para seguir cumpliendo mis sueños ante cualquier adversidad, ahora en especial que me ha dado la oportunidad de culminar con mis estudios universitarios. A mis amados padres Carlos y Marilú; que incondicionalmente me han apoyado siempre y me impulsan a dar lo mejor de mí, quiénes han sido mi motor fundamental en mi vida y en las metas que aún quiero alcanzar. A mis queridos hermanos Johann y Heidi, por cuidarme y estar conmigo. A mi compañero de vida, Wladimir, quién siempre ha estado a mi lado apoyándome e impulsándome; a su familia, a quiénes doy las gracias por todo el apoyo y cariño durante esta etapa de mi vida.

Karla

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPITULO I

1.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1	Bioconservación de alimentos.....	3
1.2	Bioconservación en productos cárnicos.....	3
1.3	Péptidos antimicrobianos.....	4
1.4	Bacterias ácido lácticas.....	4
1.5	Bacteriocinas.....	5
1.6	Tecnología de barrera.....	6
1.6.1	<i>Bacteriocinas en combinación con tratamientos físicos y químicos.</i> .....	7
1.7	Bacteriocinas producidas por bacterias lácticas.....	7
1.8	Clasificación de las bacteriocinas.....	8
1.8.1	<i>Clase I o lantibióticos</i> .....	8
1.8.2	<i>Clase II o no lantibióticos</i> .....	9
1.8.3	<i>Clase III proteínas termolábiles</i> .....	9
1.9	Modo de acción de bacteriocinas.....	10
1.10	Bacteriocinas comerciales utilizadas en la industria alimentaria.....	11
1.10.1	<i>Plantaricina (Lactobacillus plantarum)</i> .....	11
1.10.2	<i>Nisina (Lactococcus lactis)</i> .....	12
1.10.3	<i>Pediocina (Pediococcus acidilactici)</i> .....	12
1.10.4	<i>Helveticina J</i> .....	13
1.10.5	<i>Divergicina</i> .....	13

1.11	Producción de bacteriocinas .....	13
1.12	Uso de bacteriocinas en productos cárnicos .....	14
1.12.1	<i>Bacteriocinas en carne cruda .....</i>	14
1.12.2	<i>Bacteriocinas en productos cárnicos cocidos.....</i>	14
1.12.3	<i>Bacteriocinas en productos cárnicos fermentados.....</i>	15
1.13	Ventajas e importancia del uso de bacteriocinas en alimentos.....	15

## CAPITULO II

2.	METODOLOGÍA.....	16
2.1	Búsqueda de la bibliografía .....	16
2.2	Criterios de selección.....	16
2.3	Métodos de sistematización de la información.....	17

## CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
3.1	Principales fuentes de producción de bacteriocinas como bioconservantes para el aseguramiento de la calidad e inocuidad de carne y productos cárnicos.....	18
3.2	Efectos antimicrobianos de bacteriocinas producido por bacterias ácido lácticas en productos cárnicos .....	19
3.2.1	<i>Efecto antimicrobiano de nisina en carne y productos cárnicos.....</i>	19
3.2.1.1	<i>Efecto antimicrobiano de Nisina combinada con tratamientos físicos y químicos en carne y productos cárnicos.....</i>	20
3.2.2	<i>Efecto antimicrobiano de bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas combinadas con tratamientos físicos y químicos aplicados en carne y productos cárnicos....</i>	22
3.2.3	<i>Efecto antimicrobiano de diferentes bacterias ácido lácticas aplicadas en carne y productos cárnicos.....</i>	24
3.3	Beneficios del uso de bacteriocinas en productos cárnicos. ....	26
3.3.1	<i>Bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas aplicadas en carne de res cruda.</i>	26

3.3.2	<i>Bacterias ácido lácticas aplicadas para la bioconservación en carne de cerdo cruda.</i>	28
3.3.3	<i>Bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas aplicadas en salami. ...</i>	29
CONCLUSIONES.....		30
RECOMENDACIONES.....		31
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas (BAL). .....	8
<b>Tabla 2-3:</b>	Principales fuentes de producción de bacteriocinas como bioconservantes en carne y productos cárnicos. ....	18
<b>Tabla 3-3:</b>	Efecto antimicrobiano de Nisina en carne y productos cárnicos. ....	19
<b>Tabla 4-3:</b>	Efecto antimicrobiano de Nisina combinada con tratamientos físicos y químicos en carne y productos cárnicos. ....	20
<b>Tabla 5-3:</b>	Efecto antimicrobiano de bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas con tratamientos físicos y químicos en carne y productos cárnicos. ....	23
<b>Tabla 6-3:</b>	Efecto antimicrobiano de bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas en carne y productos cárnicos. ....	24
<b>Tabla 7-3:</b>	Bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas aplicadas en carne de res cruda. ....	27
<b>Tabla 8-3:</b>	Bacterias ácido lácticas aplicadas para la bioconservación en carne de cerdo cruda. ....	28
<b>Tabla 9-3:</b>	Bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas aplicadas en salami. ....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Clasificación de bacteriocinas producidas por BAL.....	10
<b>Figura 1-2:</b>	Modo de acción de bacteriocinas.....	11

## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de reconocer los beneficios del uso de bacteriocinas para la bioconservación de la carne y derivados, para lo cual se revisaron fuentes bibliográficas de trabajos de titulación y artículos que se encuentran publicados en repositorios de Universidades nacionales e internacionales y en plataformas digitales. Las bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas son empleadas como bioconservantes naturales en carne; la nisina, pediocina PA-1 y enterocina A sobresalen ya que inhiben la contaminación con microorganismos patógenos, al igual que el uso de *Lactobacillus plantarum* como cultivo protector. Los resultados revelaron que el efecto antimicrobiano de las bacteriocinas complementadas con tratamientos físicos como la presión hidrostática, químicos como películas protectoras y microbiológicos que usan bacterias gram positivas logra la reducción de la microbiota patógena, inhibiendo a microorganismos gram negativos en su mayoría que se encuentran en carne y productos cárnicos. Se analizaron los resultados de varias investigaciones realizadas principalmente en carne de res y cerdo, además de carne de pollo cruda, salami, hamburguesa de carne, salchichas, chorizo; en las cuales la nisina fue la bacteriocina más utilizada por su eficaz acción para inhibir el crecimiento de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, en carne de res cruda y salami; por lo que el efecto conservante que producen permite el alargamiento de la vida útil del producto y asegura la inocuidad estos productos alimenticios para el consumidor final. Se puede concluir que las bacteriocinas inhiben patógenos, reduciendo la cinética del crecimiento logarítmico de estos en la fase de desarrollo microbiano durante el almacenamiento.

**Palabras clave:** <BACTERIOCINAS>, >BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS>, <BIOCONSERVACIÓN>, <CARNE>, <PRODUCTOS CÁRNICOS>

## ABSTRACT

This investigation was carried out with the objective to identify the benefits of the use of bacteriocins for the bio-conservation of meat and its derivatives. For this reason, graduation works and articles that are published in repositories of national and international universities and on digital platforms were analyzed. Bacteriocins produced by lactic acid bacteria are used as natural bio-preservatives in meat; nisin, pediocin PA-1 and enterocin A stand out as they inhibit contamination with pathogenic microorganisms, as does the use of *Lactobacillus plantarum* as a protective culture. The results revealed that the antimicrobial effect of bacteriocins supplemented with physical treatments such as hydrostatic pressure, chemicals such as protective films and micro-biologicals that use gram positive bacteria achieves the reduction of the pathogenic microbiota, inhibiting mostly gram-negative microorganisms that are found in meat and meat products. The results of several investigations carried out mainly in beef and pork, raw chicken meat, salami, meat burger and sausages were analyzed, in which, nisin was the most used bacteriocin for its effective action to inhibit the growth of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, in raw beef and salami due to its preservative effect that allows the extension of the useful life of the product and ensures the safety of these food products for the final consumer. It can be concluded that bacteriocins inhibit pathogens, reducing the kinetics of their logarithmic growth in the microbial development phase during storage.

**Keywords:** <BACTERIOCINS>, <LACTIC ACID BACTERIA>, <BIOCONSERVATION>, <MEAT>, <MEAT PRODUCTS>

## INTRODUCCIÓN

La humanidad durante siglos ha consumido bacterias ácido lácticas (BAL) a través de algunas clases de alimentos, las cuales forman parte de la microbiota nativa de estos, utilizándolas en la industria alimentaria para la elaboración de productos fermentados, las cuales son consideradas seguras para el consumo, (Salazar et al., 2017, p.8). En la antigüedad las fermentaciones se realizaban por microorganismos fortuitos presentes en la materia prima, los fermentos se obtenían de las bacterias de la leche, la carne y diferentes vegetales. En 1857, Louis Pasteur descubrió el ácido láctico en tinajas de fermentación estropeadas por la producción de alcohol (Agudo, 2016, p.11). En la actualidad las bacterias ácido lácticas se emplean en la industria de alimentos fermentados como bebidas alcohólicas, ensilados, vegetales, productos cárnicos, productos lácteos y en la panificación, (Parra, 2010, p.94).

Sustancias como el ácido láctico, diacetilo, peróxido de hidrógeno, acetoina y bacteriocinas, son producidas por las bacterias ácido lácticas, las últimas respectivamente son péptidos antimicrobianos que se destacan por competir con otros microorganismos por la sobrevivencia (Salazar et al., 2017, p.8). Las bacteriocinas son de gran importancia en la industria alimentaria, la nisina es una de las más utilizadas, estas se consideran sustancias inocuas para el ser humano, se destacan por su principal acción como aditivos y conservadores naturales de alimentos, mediante la purificación de las BAL o bacteriocinas. (Espinoza et al, 2015, p.19) menciona a la Nisina como la bacteriocina más representativa, la cual es aislada del *Lactococcus lactis*, que inhibe el crecimiento de otras bacterias lácticas patógenas.

La nisina es muy utilizada en la conservación de alimentos y se produce a partir de algunos productos lácteos, ayuda a la prevención del crecimiento de microorganismos que alteren su vida útil. Así también menciona a la Pediocina producida por *Pediococcus acidolactic*, *Pediococcus parvulus* y una cepa de *L. plantarum* aislada utilizada como conservador en productos vegetales, cárnicos y actúa contra especies de *Listeria*. Las plantaricinas son bacterias producidas por *Lactobacillus plantarum* las cuales actúan como un sistema de 2 péptidos (Espinoza et al, 2015, p.22). La función principal de las bacteriocinas es atacar a la membrana citoplasmática de las bacterias patógenas para así contrarrestar su reproducción, su mecanismo de acción depende de la especie bacteriana y el espectro de inhibición, logrando prolongar la vida de anaquel, controlar fermentaciones y la acción antimicrobiana sobre microorganismos causantes de la descomposición de los productos alimenticios y causantes de enfermedades, (Albán, 2017, p.13).

La bacteriocinas producidas por las BAL brindan la ventaja sobre los productos alimenticios para garantizar la inocuidad y calidad de estos, en el caso de las carnes y productos cárnicos, el consumidor varias veces opta por un alimento que le otorga salud, aquel producto que encuentra en óptimas condiciones para su pronta ingesta, siendo esta beneficiosa tanto para la industria alimentaria como para el mismo consumidor, a diferencia del expendio de este tipo de alimento de manera insana las cuales en el diario vivir se presenta por el problema socio-económico de las familias, lo cual tiene repercusiones en su salud (Sánchez et al, 2019, p.167). La carne por tener un alto contenido de macronutrientes y micronutrientes es un medio idóneo para el crecimiento de microorganismos, varios factores externos como internos la hace mucho más susceptible a deterioro, disminución de su vida útil y por ende su calidad nutritiva organoléptica, haciendo de este un producto perecible. (Albán, 2017: p.17).

El estudio de bacteriocinas socializa el beneficio para el consumidor, el uso de estas mejora la calidad e inocuidad del producto alimenticio, disminuyendo los riesgos de contraer enfermedades producidas por microorganismos patógenos en la ingesta de un alimento contaminado, se refiere a bioconservación natural sin el uso de conservantes químicos como normalmente se realiza en la industria de alimentos, por lo que no causa impacto ambiental al mismo tiempo, su mecanismo de acción es efectivo para los productos cárnicos alargando su vida útil (Montalvo et al, 2016, p.346).

La finalidad de la presente investigación busca mediante la revisión bibliográfica identificar las principales fuentes de producción de bacteriocinas como bioconservantes para el aseguramiento de la calidad e inocuidad de carne y productos cárnicos, describir el efecto antimicrobiano (nisina, pediocina, plantaricina) producido por bacterias ácido lácticas en productos cárnicos y por último establecer los beneficios del uso de bacteriocinas en productos cárnicos en base a resultados de investigaciones previas.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1 Bioconservación de alimentos

A la bioconservación se la puede definir como el alargamiento de la vida útil y seguridad de un alimento utilizando microbiota natural y sus compuestos antimicrobianos. En la bioconservación pueden usarse desde técnicas para obtener alimentos inocuos hasta la generación de alimentos mínimamente procesados y sin aditivos (Cortés-Sánchez et al., 2018, p. 13). La bioconservación utiliza microorganismos reconocidos como seguros (GRAS) y sus metabolitos para la inhibición del desarrollo de microorganismos patógenos y alterantes de alimentos, el uso de bacterias ácido lácticas (BAL) y sus bacteriocinas son para el consumidor las más aceptables por la inocuidad que presentan y su microbiota intestinal es una alternativa natural (Espinoza et al., 2015, p. 12).

Algunos métodos antiguos de conservación de alimentos son la adición de sal, la deshidratación y la fermentación, esta última, la fermentación láctica ejerce importancia sobre la conservación al inhibir el crecimiento de microorganismos deteriorantes y patógenos por medio de la reducción del pH. Así las (BAL) son consideradas como idóneas para la bioconservación, formando parte de cultivos bioprotectores además de mejorar la calidad de los alimentos (Lorenzo et al., 2015, p. 12). La aplicación de tecnologías modernas ha reducido el riesgo de enfermedades por el consumo de alimentos contaminados (ETA) pero no lo ha eliminado, por lo que la morbilidad en Europa relacionada con este problema fue la segunda causa de muerte con casos de gastroenteritis aguda, en Estados Unidos esta enfermedad se la relacionó por el consumo de alimentos contaminados como pollo, huevo, lácteos y mariscos (De la Fuente et al., 2010, p. 45).

#### 1.2 Bioconservación en productos cárnicos

La vida útil de los productos cárnicos depende de varios factores como la calidad de la materia prima (carne), ingredientes, aditivos, agua empleada en la producción y limpieza; su posterior conservación conlleva diversas operaciones en las cuales pueden afectar la estabilidad biológica de estos alimentos (Zárate, 2020, p. 13). Los productos cárnicos son un excelente medio para el crecimiento microbiano, esto va a depender de las condiciones a las que se exponga durante el almacenamiento, aun en temperaturas bajas llegan a crecer bacterias gram-negativas aerobias como *Pseudomonas*, BAL anaerobias como *Carnobacterium*, *Leuocostoc* y *Lactobacillus*;

también aquellas tolerantes al CO<sub>2</sub>, como los lactobacilos principalmente, *L. gasicomitatum*, *L. mesenteroides*, *Weissella* spp. y *Carnobacterium* spp. Estos representan la principal causa en el deterioro de productos cárnicos (De la Fuente et al., 2010, p. 47).

La nisina, producida por *L. monocytogenes* es la bacteriocina más empleada para bioconservar productos cárnicos en concentraciones de 400 UI/g a 800 UI/g, sin embargo a temperaturas bajas la efectividad de esta se reduce (De la Fuente et al., 2010, p. 47). En la industria cárnica el uso de cultivos iniciadores como las BAL, es favorable la aplicación de microorganismos útiles y eficientes en los alimentos para obtener beneficios lo que contribuye al mayor consumo de estos (Arrazola et al., 2016, p. 166).

### **1.3 Péptidos antimicrobianos**

En la naturaleza son producidos los péptidos antimicrobianos por hongos, insectos, anfibios, bacterias, vertebrados y humanos. Han sido 400 antimicrobianos diferentes encontrados y caracterizados. Las proteínas y péptidos antimicrobianos que son ribosómicamente sintetizados y secretado por bacterias se denominan bacteriocinas (Moreno et al., 2002, p.9). Los péptidos antimicrobianos son cadenas cortas catiónicas, las cuales son producidas por animales y plantas que inactivan bacterias, virus, protozoos y hongos, su actividad antimicrobiana se debe a que son atraídos por los fosfolípidos de la membrana celular (De Jesus , 2016, p. 38). Estos péptidos antimicrobianos son sintetizados en el ribosoma con bioactividad en el medio extracelular, teniendo algunos de estos efecto bactericida o bacteriostático, y su actividad involucra el ataque sobre la membrana citoplasmática y su despolarización provocando la muerte celular (Salazar et al., 2017, p.8).

### **1.4 Bacterias ácido lácticas**

Las bacterias del ácido láctico o bacterias del ácido láctico (BAL) abarcan un grupo de microorganismos con propiedades fisiológicas similares, distinta morfología y metabolismo, se encuentran en hábitats ricos en nutrientes como alimentos; en hortalizas, lácteos y carnes, siendo contribuyentes normales de la flora microbiana del tracto intestinal, respiratorio y urogenital del hombre y animales (Pinto, 2015, p. 9). Además las bacterias ácido lácticas como cultivos bioprotectores son una herramienta promisoría para extender la vida de anaquel de los productos cárnicos inhibiendo el deterioro y evitando procesos oxidativos en forma natural (Montalvo et al., 2016, p. 346).

Las bacterias ácido lácticas son un grupo de bacterias Gram-positivas, son microorganismos de morfología bacilar o cocoide, no esporulados, no pigmentados, anaerobios facultativos; todas crecen de manera anaerobia, la mayoría de estas bacterias no son sensibles a O<sub>2</sub> por lo tanto son



anaerobios aerotolerantes; producen ácido láctico como producto principal o único del metabolismo fermentativo, además de otros compuestos como etano, CO<sub>2</sub>, acetato, formato y succinato a partir de carbohidratos fermentables, (Espinoza et al., 2015, p. 13). Las BAL comprenden cuatro géneros tradicionales: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* y *Streptococcus* (subdividido en *Streptococcus*, *Vagococcus*, *Enterococcus* y *Lactococcus*); añadiéndose otros como *Weissella*, *Onecoccus*, *Atopobium*, *Aerococcus*, *Alloicoccus*, *Tetragenococcus* y *Carnobacterium*. Estas bacterias se las consideran como probióticos por su contribución benéfica al equilibrio de la flora intestinal (Espinoza et al., 2015, p. 14).

A partir de productos cárnicos, granos, plantas verdes, productos lácteos, fermentación de verduras y especies mucosas de animales se han aislado los géneros *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Carnobacterium* y *Lactobacillus*; de los cuales sus especies más utilizadas sirven para retardar el daño y preservar los alimentos de forma natural (Espinoza et al., 2015, p. 14). Las BAL se utilizan generalmente en la industria alimentaria con fines tecnológicos, como acidificante siendo tolerante a las sales biliares y productoras de sustancias antimicrobianas, ácidos orgánicos como el ácido láctico y el ácido acético, peróxido de hidrógeno, enzimas, metabolitos de bajo peso molecular y bacteriocinas (Pinto, 2015, p. 9).

## 1.5 Bacteriocinas

En 1925 comenzó el estudio de las bacteriocinas por el descubrimiento de colicinas producidas por *Escherichia coli*. Los estudios se centraron en microorganismos gram negativos sin embargo estas bacterias se agruparon negativamente con los alimentos, luego por medio de talleres se logró desarrollar métodos de detección y aislamientos de otras bacteriocinas (Moreno et al., 2002, p. 9). En 1953 el término “bacteriocinas” lo propuso Jacob y colaboradores para referirse a las sustancias proteicas con actividad antimicrobiana de origen bacteriano, luego en 1976 Tagg y colaboradores las nombraron como un grupo de sustancias antimicrobianas de origen bacteriano. Además bacteriocinas producidas por ciertas bacterias incluyendo las bacterias ácido lácticas (BAL) son péptidos antimicrobianos, los cuales actúan contra microorganismos indeseables, siendo estos los responsables de deterioro de alimentos y ocasionar enfermedades (Agudelo et al., 2015, p. 188).

Estas bacteriocinas se caracterizan por poseer un componente proteico biológicamente activo ejerciendo su acción bactericida. (Lorenzo et al., 2015, p. 16) afirma que la producción de sustancias antimicrobianas se atribuye a las bacterias ácido lácticas por su capacidad de bioconservar alimentos, las bacteriocinas son sustancias proteicas de síntesis ribosomal con actividad antimicrobiana que son producidas por bacterias Gram positivas y Gram negativas. Así mismo son un grupo constituido por péptidos de pequeño tamaño que son producidas en la fase primaria

del crecimiento. Las bacteriocinas son proteínas sintetizadas en el ribosoma de las BAL, la célula productora sintetiza una molécula que la inmuniza contra la propia bacteriocina (García et al., 2015, p. 44).

Su producción acontece de forma natural en la fase logarítmica del desarrollo bacteriano o al finalizarla, manteniendo relación directa con la biomasa (García et al., 2015, p. 44). Las bacteriocinas son péptidos antibacterianos de bajo peso molecular (menos de 10 kDa), sintetizadas ribosomalmente, muestran resistencia a cambios térmicos y su estabilidad en rangos amplios de pH. Son activas con bacterias de la misma especie o de diferente género (Porras, 2019, p. 4). La única bacteriocina aprobada para ser utilizada en alimentos como bioconservador es la nisina, la cual es aprobada y aceptada por la Administración de Alimentos y medicamentos de los Estados Unidos (FDA) denominándola tipo GRAS (Olvera et al, 2015, p. 26).

## **1.6 Tecnología de barrera**

La tecnología de barrera mencionado por (Porras, 2019, p. 11) menciona que las bacteriocinas al combinarse con otros métodos físicos y químicos de conservación permite disminuir la intensidad de los tratamientos de conservación tradicional y aumenta la sensibilidad de bacterias Gram negativas y esporas, además que reduce la aparición de cepas resistentes. Por medio de la incorporación de bacteriocinas de BAL a esta tecnología se desestabiliza la membrana externa de la pared celular de las bacterias gram negativas, haciendo de estas mayormente sensibles a estos antimicrobianos naturales. El efecto barrera es de suma importancia en la conservación de alimentos dado que esto permite controlar los procesos de deterioro, intoxicación y fermentación indeseada (De la Fuente et al., 2010, p. 49).

La tecnología de barreras o métodos combinados permite mejoras en la estabilidad y seguridad microbiológica, calidad, propiedades nutritivas y económicas; su aplicación en productos mínimamente procesados de corta vida de anaquel reduce el riesgo de presentar patógenos y aumentar su vida útil a través del uso de antimicrobianos, reducción de actividad de agua, pH y refrigeración; además para el mejoramiento de la calidad de productos de larga vida de anaquel sin aminorar su estabilidad microbiológica (De la Fuente et al., 2010, p. 49).

La tecnología de barrera va dirigida a una gran variedad de alimentos con procesamiento térmico suave (productos listos para consumir) y su distribución (refrigerado o congelado), estas aplicaciones son para desinfección de materias primas como carnes, frutas y hortalizas; además de carnes fermentadas como jamones crudos, embutidos crudos fermentados y para carnes con tratamiento térmico suave, en alimentos empacados al vacío y cocido-refrigerados. También existen técnicas emergentes como son altas presiones hidrostáticas, radiación ultravioleta y pulsos eléctricos de alto voltaje, entre otros; así como también la tecnología invisible la cual asegura doblemente la calidad incorporando barreras adicionales (De la Fuente et al, 2010, p. 50).

### **1.6.1 Bacteriocinas en combinación con tratamientos físicos y químicos.**

La combinación de bacteriocinas y calor permite disminuir la intensidad del tratamiento térmico, ante la germinación de las esporas en los alimentos tratados termicamente los protege y favorece la acción sobre las bacterias gram-negativas. En cambio la combinación de el envasado en atmósfera modificada (MAP) y bacteriocinas, con composición gaseosa controlada rica en CO<sub>2</sub> crea un entorno el cual imposibilita el crecimiento de bacterias gram negativas, además la nisina actúa sinérgicamente con el MAP frente a *L. monocytogenes* (Porras, 2019, p. 11). La tecnología de campo eléctrico pulsátil (PEF), afecta a la membrana citoplasmática por la aplicación de pulsos de alto voltaje, muestra relación con las bacteriocinas por su actividad antimicrobiana sobre también bacterias gram-negativas.

La alta presión hidrostática (HPP) permite la conservación de los alimentos con alteraciones mínimas en sus propiedades organolépticas por usar presión intensa a temperaturas frías o suaves menos a los 45°C. Pero no garantiza la completa inactivación de los microorganismos. La combinación de bacteriocinas con ácidos orgánicos, disminuye el pH favoreciendo la translocación de la bacteriocina por medio de la pared celular haciendo de esta más activa. Las bacteriocinas con agentes quelantes permeabilizan la membrana externa de las bacterias gram-negativas, lo cual hace que las bacteriocinas alcancen la membrana citoplasmática (Porras, 2019, p.14).

### **1.7 Bacteriocinas producidas por bacterias lácticas**

Las bacteriocinas de bacterias lácticas son estables a pH ácido o neutro generalmente, adaptándose al entorno natural de su origen (García et al, 2015, p. 44). Las bacterias del ácido láctico son cocos o varillas, fermentadores gram-positivos, no esporogénicos, productores de ácido láctico como resultado final de la fermentación de carbohidratos, y tienen metabolismo y características fisiológicas similares. Varias especies de bacterias del ácido láctico como *Lactobacillus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, *Weissella*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *oenococcus* utilizados en la producción de alimentos fermentados han mostrado antagonismo con otras bacterias, incluidas a las del mismo género o patógenos (Moreno et al., 2002, p.9). En la tabla 1-1 se muestra las bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas.

**Tabla 1-1:** Bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas (BAL).

Bacteriocinas	Productor	Espectro de inhibición	Tamaño (número de aminoácidos)
<b>Clase I: Lantibióticos</b>			
Nisina (AyZ)	<i>Lactococcus lactis</i>	Amplio	34
Lacticina 481	<i>Lactococcus lactis</i>	Amplio	27
Lactocina S	<i>lactobacillus Sake</i>	Amplio	37
Carnocina U149	<i>Canobacterium Piscícola</i>	Amplio	35-37
<b>Clase II: No lantibióticos: Termoestables</b>			
Lactococcina	<i>Lactococcus lactis</i>	Estrecho	54
Lactococcina B	<i>Lactococcus lactis</i>	Estrecho	47
Lacticin F	<i>Lactobacillus johsonii</i>	Estrecho	57-48
Plantaricina	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Amplio	34
Sakacina P	<i>lactobacillus Sake</i>	Amplio	41
Pediocina AcH	<i>Pediococcus acidilactici</i>	Amplio	44
Divergicina M35	<i>Carnobacterium divergens</i>	Amplio	43
Enterocina	<i>Enterococcus faecium</i>	Estrecho	44
<b>Clase III: Mayor tamaño, termolábiles</b>			
Helveticina J	<i>Lactobacillus Helveticus</i>	Estrecho	333
<b>Clase IV: Moléculas complejas</b>			
Cicularina A	<i>Geobacillus kautophilus</i>	-	76

Fuente: Albán, 2017, p.15.

Realizado por: Vallejo, Karla, 2021

## 1.8 Clasificación de las bacteriocinas

### 1.8.1 Clase I o lantibióticos

Son péptidos pequeños termoestables, hidrofóbicos y catiónicos de bajo peso molecular (<10kDa), con cierta actividad en su membrana, poseen aminoácidos no tan frecuentes con enlaces tioéteres intramoleculares tal como la lantionina (LAN) y la b-metil lantionina (MeLan), responsables de su estructura policíclica; dehidroalanina (DHA) y deshidrobutirina (DHB) aminoácidos formados por la deshidratación de la serina y la treonina (Da Costa, 2019, p. 23). La principal representante de esta clase es la nisina, producida por *Lactococcus lactis*; además de la lacticina 3147, producida por *L. lactis* 3147, la cual se constituye por dos péptidos (Porras, 2019, p.6). Los lantibióticos según sus características estructurales y modo de acción frente a los microorganismos se dividen en dos grupos:

Clase Ia: Son péptidos con un peso molecular (<4 kDa), elongados en forma de tornillos con moléculas anfipáticas, flexibles, con carga neta positiva, cuya actividad antimicrobiana ocurre por la despolarización de la membrana citoplasmática destruyendo la célula, (López, 2017, p. 30). La

principal representante es la nisina, producida por *Lactococcus lactis*; además de la lacticina 3147, producida por *L. lactis* 3147, la cual se constituye por dos péptidos (Porrás, 2019, p.6).

Clase Ib: Son péptidos globulares e hidrofóbicos que presentan un carga neta negativa o sin carga con un peso molecular entre 1.8 y 2.1; su actividad antimicrobiana se relaciona con la inhibición enzimática. Las bacteriocinas pertenecientes a este grupo son la duramicina A,B,C y la cinamisina (López, 2017, p. 31).

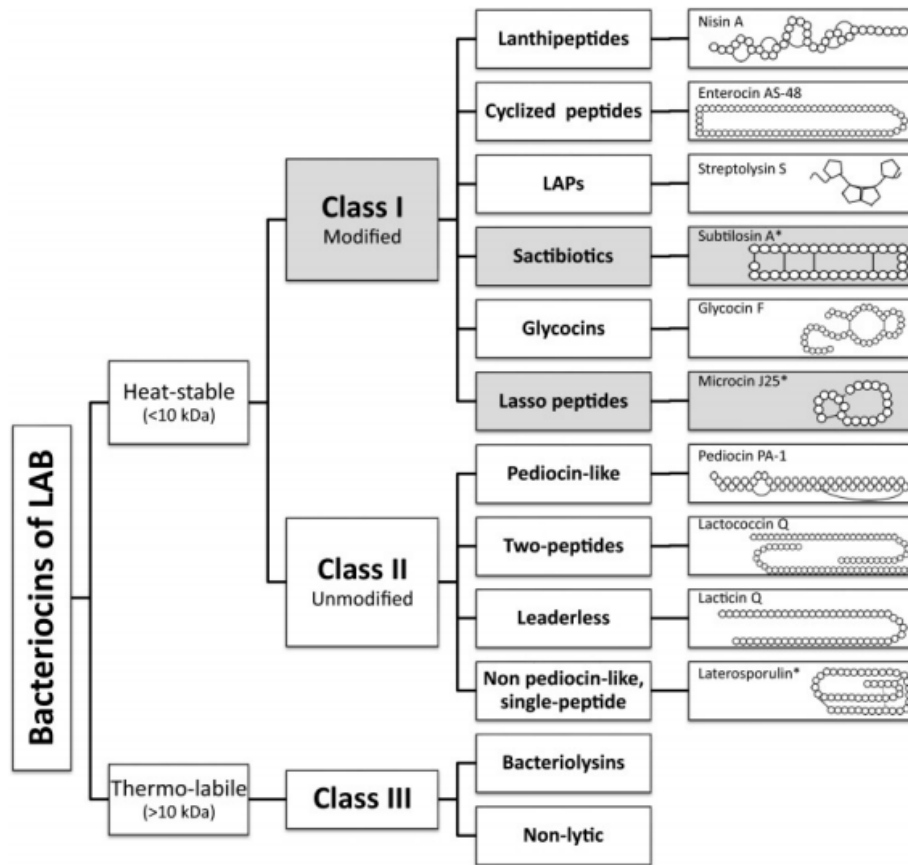
### **1.8.2 Clase II o no lantibióticos**

Son bacteriocinas constituidas también por péptidos termoestables de bajo peso molecular (<10 kDa), catiónicos, hidrofóbicos; presentan una estructura helicoidal anfipática que posibilita la inserción en la membrana citoplasmática de la célula diana (Da Costa, 2019, p. 23). Los no lantibióticos son subdivididos en tres grupos:

Clase IIa se encuentran péptidos activos contra la *Listeria*. Se caracterizan principalmente por tener una secuencia amino terminal – Tirosina – Guanina - Asparagina – Glicina – Valina – Xaa – Cisteína y continen uno o dos puentes disulfuro. A este grupo pertenecen bacteriocinas como la pediocina PA-1, la enterocina A y la divercina V41 (López, 2017, p. 31). Clase IIb se encuentran bacteriocinas formadas con dos péptidos, que de ambos se requieren para su actividad antimicrobiana. Un ejemplo de bacteriocina es la sakacina en este grupo (López, 2017, p. 31). Clase IIc los cuales presentan estructura cíclica por la unión covalente de sus extremos carboxilo y amino terminal. Carecen de la secuencia amino terminal que contiene la clase IIa y IIb, la bacteriocina más representativa es la enterocina AS-48 producida por *Enterococcus faecalis* (López, 2017, p. 31).

### **1.8.3 Clase III proteínas termolábiles**

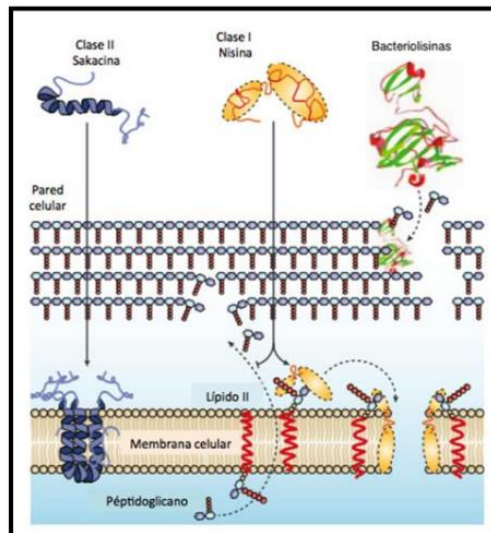
Se denominan bacteriolisinas, las cuales contienen péptidos con un peso molecular (>30 kDa), son lábiles al calor. A través de la hidrólisis de la pared celular de las células se realiza su mecanismo de acción. En esta clase las bacteriolisinas más representativas son la enterocina producida por *Enterococcus faecium* y la helveticina J por *Lactobacillus helveticus* (López, 2017, p. 32). En la figura 1.1. Se encuentra la clasificación de las bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas (BAL).



**Figura 1-1:** Clasificación de bacteriocinas producidas por BAL  
Fuente: López, 2017, p.33.

### 1.9 Modo de acción de bacteriocinas

El mecanismo de acción de las bacteriocinas sucede de distinta manera, esto va a depender de la especie bacteriana y las condiciones de crecimiento, acomplejando el modo de acción. Estas bacteriocinas destruyen la membrana citoplasmática por la formación de poros (Albán, 2017, p. 14). Algunos estudios mencionan que las bacteriocinas exponen una gran acción bactericida a la cistina y su contenido; precisando los siguientes espectros de acción: en el primer modo de acción están las bacteriocinas con un margen medio de inhibición, las cuales inhabilitan bacterias de la misma familia, en el segundo modo de acción, presentan bacteriocinas con un margen medio de inhibición, inhabilitando varias clases de bacterias ácido lácticas, bacterias gram-positivas y agentes nocivos presentes en los alimentos, por último el modo de acción presenta un amplio margen inhibitorio para bacterias gram-positivas (Montero, 2016, p. 16). Figura 1-2 se encuentra el modo de acción de bacteriocinas.



**Figura 1-2:** Modo de acción de bacteriocinas.

Fuente: Montero, 2016, p.18.

Las bacteriocinas actúan mediante dos mecanismos de acción distintos; el primer mecanismo propio de los lantibióticos inhibe la biosíntesis de la pared celular al unirse al lípido II (Porrás, 2019, p. 8). El segundo mecanismo de los no lantibióticos relacionados con su estructura anfipática, consiste en la formación de poros por la desestabilización de la membrana citoplasmática. Ambos mecanismos ocasionan la muerte celular (Montero, 2016, p. 18).

## 1.10 Bacteriocinas comerciales utilizadas en la industria alimentaria

### 1.10.1 Plantaricina (*Lactobacillus plantarum*)

La plantaricina es una bacteriocina perteneciente a la clase II o no lantibióticos del grupo IIb, producida por *Lactobacillus plantarum*, tiene actividad antimicrobiana cuando se relaciona como un sistema de dos péptidos, sin embargo cuando estos actúan individualmente su actividad antimicrobiana es pobre, pero su potencia se eleva 1000 veces cuando se combina con sus péptidos afines frente a especies de *Lactobacillus*, como la plantaricina E con plantaricina F y plantaricina J con plantaricina K; sus espectro de inhibición son estrechos, siendo activos frente a *L. plantarum*, *L. casei*, *L. sakei*, *L. curvatus*. La plantaricina A tiene una actividad significativamente más baja que otros y esta comprende de diferentes *Lactobacillus* (Espinoza et al., 2015, p. 22).

### 1.10.2 Nisina (*Lactococcus lactis*)

La nisina es un antibiótico policíclico y peptídico, sintetizada naturalmente por *Lactococcus lactis*, siendo una bacteriocina muy utilizada como bioconservante, conocida en la industria alimentaria como E 234. Desde 1988 la nisina ha sido reconocida como GRAS (Generally Recognited as Safety) y por la FDA (Food and Drug Administration) como la única bacteriocina para utilizarse en alimentos como conservante. Esta bacteriocina fue aislada en 1928, presenta una actividad antimicrobiana frente a un rango limitado de bacterias gram-positivas, bloqueando sus membranas (Sánchez et al, 2019, p. 168). La nisina es empleada para combatir bacterias esporuladas como *Clostridium botulinum* o *Bacillus cereus* así como *Listeria monocytogenes* (Alcívar et al., 2018, p. 14).

La nisina es un péptido de 34 aminoácidos con peso molecular (<5 kDa), pertenece a la clase I o lantibióticos, se produce de forma natural en algunos productos lácteos utilizada mayormente como conservante en quesos; es ácida por naturaleza siendo estable al pH ácido, su solubilidad aumenta al incrementar la temperatura y disminuir el pH (Cano et al., 2015, p. 53). Se pueden encontrar dos variantes de esta bacteriocina como la nisina A y la nisina Z; teniendo como diferencia el aminoácido 27, la histidina en la nisina A y asparagina en la nisina Z. La síntesis de la nisina requiere de procesos complejos como la transcripción, traducción, modificaciones post traduccionales, secreción, procesamiento y señales de trasducción (Espinoza et al., 2015, p. 19).

La nisina se utiliza en pocos productos cárnicos como las salchichas, salchichas ahumadas, etc., por lo que son productos listos para el consumo en el que es fundamental inhibir el crecimiento de patógenos, utilizando dosis máxima permisible de 100 ppm sobre una base de nisina pura. Una dosis de 50 ppm, requiere de barreras adicionales como lactato/diacetato para evitar la recuperación de poblaciones resistentes de *Listeria monocytogenes*. La nisina por sí misma no tiene gran eficacia contra bacterias gram-negativas como *Salmonella spp.* y *Escherichia coli* (FAO, 2013, p. 3-4).

### 1.10.3 Pediocina (*Pediococcus acidilactici*)

La pediocina es una bacteriocina producida por *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus palvulus* de origen vegetal y una cepa de *L. plantarum* aislada del queso, siendo después de la nisina la más caracterizada para su uso conservante en productos cárnicos y vegetales, posee una actividad antimicrobiana elevada contra especies de *Listeria*. Esta bacteriocina es activa frente a bacterias gram-positivas como los géneros *Lactococcus*, *Lactobacillus* y *Enterococcus*. La pediocina PA-1 es un péptido de amplio espectro de inhibición de 44 aminoácidos (Espinoza et al, 2015, p. 21). Con respecto a bacterias gram-negativas, sus cubiertas celulares imposibilitan el acceso de las



bacteriocinas a la membrana plasmática así como pasa con la nisina, siendo suficiente alterar la permeabilidad de sus membranas externas para que su acción antimicrobiana suceda (Agudelo et al., 2015, p. 192).

#### **1.10.4 Helveticina J**

La helveticina J es una bacteriocina producida por *Lactobacillus helveticus*, su peso molecular es de 37kDa termolábil, se ubica en el DNA cromosomal por el gen la que la produce, naturalmente se la encuentra en quesos maduros, esta presenta actividad antibacterial contra especies como: *Lactobacillus jugurti*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus lactoc* y *Lactobacillus lactis* (Espinoza et al., 2015, p.23).

#### **1.10.5 Divergicina**

La divergicina es una bacteriocina producida por *Carnobacterium divergens* LV13 con peso molecular de 4.6 kDa, se caracteriza por tener un sistema de secreción que incluye con la presencia de un péptido señal. Esta bacteriocina no tiene efecto inhibitorio frente a otras bacterias ácido lácticas excluyendo a *Canobacterium spp.*, pudiendo ser utilizada en alimentos con flora láctica deseable, con una actividad antilisterial puede aplicarse como bioconservante en mariscos. La divergicina A es un péptido pequeño, hidrofóbica y termoestable (Espinoza et al., 2015, p.22).

### **1.11 Producción de bacteriocinas**

La producción de bacteriocinas depende del crecimiento y la actividad fisiológica de la cepa productora, aunque estos estén asociados a la producción de biomasa, su clasificación como los metabolitos primarios y secundarios no es fácil de comprender, por lo que existe cierta discrepancia con respecto al tema. Las principales variables que influyen negativamente en la producción de bacteriocinas son el pH, la temperatura, la composición del medio de cultivo y la presencia de inductores (Agudelo et al., 2015, p. 195). La producción de bacteriocinas aumenta con una alta concentración de glucosa en el medio, debido al estrés producido por altas presiones osmóticas, para asegurar la producción satisfactoria se requiere una relación óptima de carbohidrato y nitrógeno lo cual para la síntesis de bacteriocina cualquiera de los dos en exceso lo convierte en un factor limitante (Lorenzo et al., 2015, p. 19).

La producción de bacteriocinas se puede ver afectado por la aireación (saturación de oxígeno), condiciones de temperatura y pH; la máxima concentración se logra a valores de pH: 5,5-6,0 y temperaturas inferiores.

## **1.12 Uso de bacteriocinas en productos cárnicos**

La aplicación de las bacteriocinas puede ser a través de la inoculación de la cepa productora en forma de cultivo protector y también añadiendo la bacteriocina producida en un medio de fermentación, en forma cruda, purificada o semi-purificada. En el estudio realizado por (Maragkoudakis et al, 2009) mencionan que las bacterias ácido lácticas identificadas como *L. fermentum* ACADC179 y *E. faecium* PCD71 redujeron el crecimiento de *L. monocytogenes* y *S. enteritidis* en carne de pollo; así mismo Winkowski en 1993 hallaron que el *L. bavaricus* MS tuvo un efecto antimicrobiano sobre *L. monocytogenes* en carne envasada al vacío en refrigeración (De Jesus , 2016, p. 37)

### **1.12.1 Bacteriocinas en carne cruda**

Para la conservación de carne cruda las bacteriocinas han sido ensayadas o combinadas con otros antimicrobinos para la inhibición del crecimiento de bacterias en carne fresca almacenada, las técnicas de aplicación en el lavado, pulverizado o inmersión en soluciones de bacteriocina ayuda a potenciar su actividad. Diferentes métodos como la congelación, envasado en diferentes condiciones atmosféricas; tal como el envasado al vacío, atmósferas modificadas o envasados activo con agentes secuestrantes de O<sub>2</sub> o sistemas generadores de O<sub>2</sub>, también la irradiación en dosis bajas, descontaminación de la superficie con la luz UV o altas presiones ayudan a incrementar la eficacia de los tratamientos con bacteriocina y evitar la contaminación cruzada en carne cruda, (Grande et al., 2011, pp. 114-115).

Para incrementar la efectividad de las bacteriocinas en carne cruda se realiza inmovilización en sustratos como perlas, liposomas, recubrimientos o películas. La nisina siendo utilizada mayoritariamente para este tipo de alimentos muestras una actividad inhibitoria frente a *L. monocytogenes*, *B. thermosphacta*, *S. aureus* o *S. Typhimurium* en carne cruda refrigerada, (Grande et al., 2011, p. 114).

### **1.12.2 Bacteriocinas en productos cárnicos cocidos**

Las preparaciones de bacteriocinas como pediocina o nisina ofrecen grandes oportunidades de mercado como barreras frente a patógenos y bacterias alterantes en productos cárnicos cocidos. Estudios realizados muestran que preparaciones de bacteriocinas adicionadas en el proceso de calentamiento, aplicadas en superficie antes del envasado, aplicación de películas o recubrimientos que contienen bacteriocinas. Las BAL productoras de bacteriocinas podrían ser utilizadas como cultivos protectores en productos cárnicos ligeramente procesados o cocidos sin llegar a alterar las propiedades organolépticas, consiguiendo la inhibición de las BAL alterantes

y de *Listeria*. La inoculación de cepas productoras de sakacinas, pediocinas, leucocinas, plantaricinas, enterocinas, bavaricinas y curvaticinas en productos cárnicos procesados ha demostrado eficacia en la inhibición de *Listeria* y formación de limo (Grande et al., 2011, p. 115).

### **1.12.3 Bacteriocinas en productos cárnicos fermentados**

Las bacteriocinas preparadas se añaden a la masa cárnica para la inactivación de patógenos en productos cárnicos fermentados, la disminución de pH que se alcanza en embutidos puede aumentar la solubilidad de algunas bacteriocinas como la nisina, y su actividad antimicrobiana. Las BAL desarrollan un papel importante en la fermentación de productos cárnicos, diversas cepas de *Lactobacillus* productoras de bacteriocinas como *L. sakei* y *L. curvatus*, *L. rhamnosus* y *L. planarum*, han demostrado tener efectos inhibidores frente a *Listeria* en fermentaciones de salchichas o salami, dependiendo de la cepa y el tipo de carne (Grande et al., 2011, p. 118).

### **1.13 Ventajas e importancia del uso de bacteriocinas en alimentos**

La incorporación de las bacteriocinas en alimentos ayuda a disminuir el uso de conservantes y aditivos químicos por lo que son utilizadas para incrementar la vida de anaquel del alimento sin alterar sus condiciones organolépticas, estas son resistentes al calor, a una alta acidez, y la baja actividad de agua. Estas pueden ser utilizadas como ingredientes bioactivos en polvo para alimentos como péptidos purificados, semipurificados o por medio de cultivos lácticos productoras de bacteriocinas, para que esto suceda eficazmente se requiere tecnología (pasteurización, preservantes, pH), con una nueva (atmósfera modificada, envasado , altas temperaturas, campo eléctrico pulsar) para que sinérgicamente actúen de manera letal sobre la bacteria a inhibir (Espinoza et al., 2015, p. 26).

Las ventajas de la aplicación de bacteriocinas en carne cruda es la descontaminación de superficies, la inhibición de bacterias alterantes y *Listeria monocytogenes*; en productos cárnicos cocidos es la inactivación de patógenos en productos envasados al vacío, reducción de la formación de limo, barrera frente a patógenos o alterantes en tratamientos combinados (luz pulsada, altas presiones) y en productos cárnicos fermentados es la reducción de los niveles de *Listeria monocytogenes* y *S. aureus*, barrera adicional en embutidos ligeramente fermentados y con un pH menos ácido (Velasco, 2018, p. 39).

## CAPITULO II

### 2. METODOLOGÍA

#### 2.1 Búsqueda de la bibliografía

Se la realizó mediante buscadores electrónicos debido a la variedad de información que posee por tema en específico. La estrategia de búsqueda mediante el uso de palabras claves: “bacteriocinas” “bioconservación”, ayuda a encontrar resultados de artículos científicos, trabajos de titulación, plataformas digitales. Se tomó información actualizada, en su mayor parte no menos de cinco años atrás, sin embargo hay que mencionar que existe información útil publicada en años anteriores, se aceptó aquellos artículos y tesis que representan el origen de la presente investigación, además de investigaciones encontradas en el idioma inglés y portugués.

La localización de documentos se utilizaron varias plataformas digitales en las que están publicados los artículos o trabajos de titulación, tomando en cuenta solo aquellos que se encuentren en plataformas confiables en la base de datos como google académico, revistas científicas como Scielo (Vitae), Alimentos Hoy, Agro Productividad etc. y repositorios digitales de las universidades tanto nacionales como internacionales, tales como: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Universidad del Azuay, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Universidad Politécnica Salesiana, Universidad Nacional de Trujillo, Universidad Nacional del Callao, Universidad Nacional de Colombia, Universidad Complutense de Madrid, Universidad Politécnica de Valencia, Universidad Federal de Pelotas e Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

#### 2.2 Criterios de selección

Los distintos temas que se abordó en la búsqueda de información fueron relacionados con:

##### **En lo referente a la terminología**

Agudelo (2015): Bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas y su aplicación; Lorenzo (2015): Lactococcus lactis nativo: caracterización de la producción de bacteriocinas, propiedades tecnológicas y efecto antimicrobiano sobre Listeria innocua; CANO (2015): Nisina como conservante de alimentos: revisión sistemática de la literatura; Cortés (2018): Bioconservación, alimentos y pescado; De la Fuente (2010): Inocuidad y bioconservación de alimentos; Grande (2011): Bioconservación de alimentos cárnicos; Porras (2019): Bacteriocinas de bacterias lácticas como bioconservantes alimentarios.

## **Sobre la fundamentación de bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas para la bioconservación de carne y productos cárnicos.**

Albán (2017): Empleo de bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) para la conservación de la carne de res; Alcivar (2018): Características microbiológicas y organolépticas del salami aplicando nisina como conservante natural; Arrazola (2016): Bacterias ácido lácticas como aditivo protector de microorganismos no deseables en carnes curadas; Cáceda (2018): Efecto de la concentración de nisina sobre el crecimiento de *Listeria monocytogenes* ATCC 19114 en carne de res cruda; De Jesus (2016): Producción y recuperación de sustancias bioconservantes a partir de cultivos iniciadores de productos cárnicos curados; Moscoso (2017): Bioconservación de embutidos crudos mediante el uso de *Staphylococcus carnosus* y *Lactobacillus plantarum* como cultivos protectores; Ortega (2014): Tratamientos combinados de altas presiones y bioconservación en la mejora de la seguridad microbiológica de productos cárnicos listos para el consumo.

### **2.3 Métodos de sistematización de la información**

Para el presente trabajo se utilizó tablas con la respectiva información para la síntesis de los resultados obtenidos cumpliendo con cada objetivo planteado, logrando así la realización de las discusiones y conclusiones respectivas.

El presente trabajo de investigación es de tipo teórico descriptivo. La metodología empleada se basó en una profunda revisión bibliográfica mediante la consulta de teorías generales de las bacteriocinas y el beneficio de estas en la aplicación sobre productos cárnicos para su bioconservación.

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Principales fuentes de producción de bacteriocinas como bioconservantes para el aseguramiento de la calidad e inocuidad de carne y productos cárnicos.

En la tabla 2-3 se visualiza las principales fuentes de producción de bacteriocinas como bioconservantes en carne y productos cárnicos.

**Tabla 2-3:** Principales fuentes de producción de bacteriocinas como bioconservantes en carne y productos cárnicos.

Bacteria ácido láctica	Bacteriocina	Producto cárnico	Autor
<i>Enterococcus faecium</i> EO1	Enterocina A	Salchicha de oveja	Da Costa, 2019
<i>Lactococcus lactis</i>	Nisina	Carne de res cruda	Cáceda, 2018
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Pediocina PA-1	Carpaccio de ternera curado	Ortega, 2014
<i>Lactobacillus plantarum</i>	No caracterizada	Carne de cerdo	De Jesus, 2016

Realizado por: Vallejo, Karla, 2021.

Las bacteriocinas son péptidos antimicrobianos producidos por bacterias ácido lácticas con actividad antimicrobiana, (Da Costa, 2019) destaca así la aplicación *Enterococcus faecium* EO1 productora de la bacteriocina Enterocina A, en su investigación sobre el uso de sustancias antimicrobianas en salchicha de oveja. Mientras que (Cáceda, 2018) utiliza *Lactococcus lactis*, BAL productora de nisina para su estudio en carne de res cruda; en otro estudio (Ortega, 2014) menciona la aplicación de pediocina PA-1 la cual fue producida por la BAL *Pediococcus acidilactici* para utilizarla en carpaccio de ternera curado; (De Jesus, 2016) señala en su estudio el uso de *Lactobacillus plantarum* sobre carne de cerdo para su bioconservación. Cabe recalcar que las bacteriocinas utilizadas por estos autores sobresalen principalmente por su aplicación específica en productos cárnicos.

### 3.2 Efectos antimicrobianos de bacteriocinas producido por bacterias ácido lácticas en productos cárnicos

#### 3.2.1 Efecto antimicrobiano de nisina en carne y productos cárnicos.

En la tabla 3-3 se visualiza el efecto antimicrobiano de Nisina en carne y productos cárnicos.

**Tabla 3-3:** Efecto antimicrobiano de Nisina en carne y productos cárnicos.

Autor	Alimento	Bacteriocina	Concentración	Espectro de inhibición	Observaciones
Zárate, 2020	Hamburguesa de carne	Nisina	800 ppm	Mesófilos aerobios; Coliformes fecales; <i>Salmonella</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i>	pH 5.67, vida útil 14.91 días, conservación del producto a 4°C
Sánchez <i>et al</i> , 2019	Productos cárnicos	Nisina	2.000 ppm	<i>Lactobacillus fructivorans</i>	pH 6.5 bacteriolítico pH 3.5 bactericida
Cáceda, 2018	Carne de res cruda	Nisina	1500 UI	<i>Listeria monocitogenes</i> ATCC 19114	Incubación a 4°C por 5 días
Alcívar, 2018	Salami	Nisina	0,5 g	<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Clostridium perfringens</i> ; <i>Salmonella</i>	Muestras de salami almacenados a 4°C

**Realizado por:** Vallejo, Karla, 2021.

**ppm:** Partes por millón

**UI:** Unidad Internacional.

La concentración de nisina de 800 ppm empleada por (Zárate, 2020) para la bioconservación de hamburguesa de carne mostró un alcance de inhibición contra bacterias patógenas como *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, Coliformes totales y mesófilos aerobios; almacenadas a 4°C y determinó un tiempo de vida útil de 14.91 días.

De acuerdo a la investigación de (Sánchez *et al.*, 2019) con forme a los resultados de distintos estudios sobre el modo de acción de nisina, mostró que la aplicación de 2.000 ppm (2 mg/kg) de nisina comercial inhibe el crecimiento de *Lactobacillus fructivorans*, su modo de acción es bacteriolítico a pH de 6.5 cercano a la neutralidad mientras que a pH de 3.5 tiene una acción bactericida,

demostrando que la nisina actúa desestabilizando la membrana citoplasmática luego de la poración. Adjunta a su vez que la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) incluye el uso de nisina como aditivo en productos cárnicos con tratamientos térmicos un nivel máximo de 25 mg/kg de nisina; así también en el Ecuador según la norma (INEN, 2016) NTE INEN-CODEX 192, menciona que para productos cárnicos, de aves de corral y caza elaborados, tratados térmicamente, en piezas enteras o en cortes; y productos cárnicos, de aves de corral y caza picados, elaborados y tratados térmicamente la dosis máxima es de 25 mg/kg establecida en el año 2015 y 2016 respectivamente, mientras que para envolturas o tripas comestibles (para embutidos) es de 7 mg/kg de nisina, lo cual coincide con lo recomendado por (Fao, 2013).

(Cáceda, 2018), menciona que con una concentración de 1500 UI de nisina empleada en carne de res cruda, el crecimiento de *L. monocytogenes* ATCC 19114 se inhibe significativamente a los 5 días de incubación con mayor efecto a una temperatura de 4°C.

Para la inhibición de microorganismos patógenos en salami, (Alcívar et al., 2018) aplicaron varias concentraciones de nisina, analizaron que 0,5 g siendo la concentración más alta, logró actuar efectivamente frente al crecimiento de *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* y *Salmonella*, cuyas muestras fueron almacenadas a 4°C; estos microorganismos no excedieron el nivel de aceptación referente a las Norma Técnica Ecuatoriana para cada patógeno respectivamente.

### 3.2.1.1 Efecto antimicrobiano de Nisina combinada con tratamientos físicos y químicos en carne y productos cárnicos.

El efecto antimicrobiano expuesto por (Ubaque, 2020), que utilizó 6,25 mg/kg de nisina, la cual combinó con un tratamiento de quitosano 2% p/v y aceites esenciales de orégano 0,50% v/v encapsulado, formando un recubrimiento comestible en carne de hamburguesa de res; mostró la reducción en el conteo de *Staphylococcus aureus*; *Clostridium perfringens*; *Salmonella spp* y *E. coli* O157:H7; conforme a lo descrito consideró que el uso de nisina en conjunto con el tratamiento antes mencionado sirve como alternativa para la conservación de carne de hamburguesa de res, reemplazando a los nitros y nitritos que son usados normalmente en la elaboración de los productos cárnicos. En la tabla 4-3 se visualiza el efecto antimicrobiano de la Nisina combinada con distintos tratamientos en carne y productos cárnicos.

**Tabla 4-3:** Efecto antimicrobiano de Nisina combinada con tratamientos físicos y químicos en carne y productos cárnicos.

Autor	Alimento	Bacteriocina	Concentración	Tratamiento	Espectro de inhibición
-------	----------	--------------	---------------	-------------	------------------------



Ubaque, 2020	Carne de hamburguesa de res	Nisina	250 UI/ml (6,25 mg/kg)	película de Aceite esencial de orégano 0,50% v/v y quitosano 2% p/v	<i>Escherichia coli</i> O157:H7; <i>Clostridium</i> <i>perfringens</i> ; <i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> ; <i>Salmonella spp</i>
Ceja <i>et</i> <i>al</i> , 2019	Salchichas	Nisina	2,5 ppm	Ácido linoleico (10 ppm), pasteurización 78°C, intensidad de vacío (-0.085 MPa)	BAL ( <i>Leuconostoc</i> <i>mesenteroides</i> y <i>Leuconostoc</i> <i>lactis</i> )
Ortega, 2014	Jamón curado loncheado	Nisina	100 UI/g	Alta presión hidrostática (500 MPa)	<i>Escherichia coli</i> O157:H7  <i>Listeria.</i> <i>monocitogenes,</i> <i>Salmonella</i> <i>enterica,</i> <i>Escherichia coli</i> O157:H7
Ortega, 2014	Carpaccio de ternera curado	Nisina	100 UI/g	Alta presión hidrostática (450 MPa)	<i>Escherichia coli</i> O157:H7

**Realizado por:** Vallejo, Karla, 2021.

**ppm:** Partes por millón

**UI:** Unidad Internacional

**MPa:** Megapascal.

El uso de nisina como bioconservante, favorece la inocuidad en productos alimenticios y reduce su deterioro temprano, esto es justificado por (Ceja et al., 2019), quién en su investigación aplicó una concentración de 2.5 ppm de nisina combinado con ácido linoleico (10 ppm), mediante el diseño de un método de barrera múltiple al adicionar una temperatura de pasteurización 78°C e intensidad de vacío (-0.085 MPa); para disminuir el deterioro microbiano en una empresa productora de salchichas, combatiendo el deterioro del producto empacado al vacío ocasionadas por BAL (*Leuconostoc mesenteroides* y *Leuconostoc lactis*), mediante este método se prometió

reducir el crecimiento de microorganismos deteriorantes en los empaques de salchichas para la prolongación de la vida útil de este producto y por ende las pérdidas económicas de la empresa.

(Ortega, 2014), analizó una concentración de 100 UI/g de nisina, que combinó con un tratamiento de alta presión hidrostática de 500 MPa aplicada en jamón curado loncheado, lo que redujo el crecimiento de *Escherichia coli* O157:H7; esto coincide con los resultados de (Ubaque, 2020), el cual mencionó la reducción del crecimiento de la misma bacteria patógena, sin embargo se destaca la diferencia de la concentración de la bacteriocina usada en ambas investigaciones, los resultados fueron reflejados por cada tratamiento empleado, tanto físico como químico, notándose su efectividad frente a la bioconservación de los productos.

De la misma manera (Ortega, 2014), indicó que el uso de nisina a una concentración de 100 UI/g combinada con el tratamiento de alta presión hidrostática de 450 MPa empleada en carpaccio de ternera, reduce el crecimiento de *Listeria monocytogenes*, además de *Salmonella entérica* y *Escherichia coli* O157:H7; esto comparado con los resultados del mismo autor en jamón curado loncheado, que logró inhibir solamente *E. coli* O157:H7 con la misma concentración de nisina, la diferencia clave fue la cantidad de presión hidrostática utilizada.

### **3.2.2 Efecto antimicrobiano de bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas combinadas con tratamientos físicos y químicos aplicados en carne y productos cárnicos.**

Según (Valencia, 2020), menciona que utilizó *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* para determinar la capacidad conservante, con una concentración de 0,4 g en combinación con bacterias mesófilas (*Streptococcus lactis*, *Streptococcus diacetylactis*) con igual concentración aplicadas en salami, para evitar el uso de conservantes artificiales; analizó el nivel de crecimiento de *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* y *Salmonella*, por lo que concluyó que la capacidad conservante de BAL y las bacterias mesófilas son una alternativa al uso aditivos artificiales con una concentración de 0,8 g/kg para ambas en la elaboración del producto.

Por otro lado, el estudio de (De Jesus, 2016), indica que utilizó cultivos iniciadores productores de sustancias bioconservantes, el *Pediococcus pentosaceus* en una concentración de 30 g en combinación con el tratamiento de atmósfera modificada (MAP) empleada en carne de pollo, con una reducción del recuento en *Aerobios mesófilos*; *Pseudomonas spp* y *Brochothrix thermosphacta*, esto demostró que la reducción de los recuentos utilizando este tratamiento fue considerablemente mejor que sin el uso de este, por lo que beneficia en el alargamiento de la vida útil de la carne de pollo. En la tabla 5-3 se visualiza el efecto antimicrobiano de bacterias producidas por bacterias ácido lácticas con tratamientos físicos y químicos en carne y productos cárnicos.

**Tabla 5-3:** Efecto antimicrobiano de bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas con tratamientos físicos y químicos en carne y productos cárnicos.

Autor	Alimento	BAL	Bacteriocina	Concentración	Tratamiento	Espectro de inhibición
Valencia, 2020	Salami	<i>Lactobacillus plantarum;</i> <i>pediococcus acidilactici</i>	No caracterizada	0,4 g	Bacterias mesófilas	<i>Staphylococcus aureus;</i> <i>Clostridium perfringens;</i> <i>Salmonella</i>  <i>Aerobios mesófilos;</i>
De Jesus, 2016	Carne de pollo	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	No caracterizada	30 g	Atmósfera modificada	<i>Pseudomonas spp;</i> <i>Brochothrix thermosphacta;</i> <i>Enterobacterias</i>
Ortega, 2014	Jamón curado loncheado	<i>Pediococcus acidilactici</i>	Pediocina comercial	100 UI/g	Alta presión hidrostática	<i>Escherichia coli</i> O157:H7.
Ortega, 2014	Carpaccio de ternera curado	<i>Pediococcus acidilactici</i>	Pediocina PA-1	100 UI/g	Alta presión hidrostática	<i>Listeria monocitogenes,</i> <i>Salmonella entérica,</i> <i>Escherichia coli</i> O157:H7.

**Realizado por:** Vallejo, Karla, 2021.

**BAL:** Bacterias ácido lácticas.

**UI:** Unidad Internacional.

(Ortega, 2014), evaluó la concentración de pediocina combinada con el tratamiento de alta presión hidrostática para la bioconservación dos tipos de producto cárnico: jamón curado loncheado y carpaccio de ternera curado. Con el primer producto usó 100 UI/g de pediocina comercial y 500 MPa, logró reducir el recuento de crecimiento de *E. coli* O157:H7; siendo el único patógeno analizado, del mismo modo empleo para el segundo producto respectivamente, la aplicación de pediocina PA-1 y el tratamiento con 450 MPa, para la bacteria de *E. coli* O157:H7, el nivel de crecimiento se redujo con mayor efectividad que el método mencionado anteriormente por el mismo autor, los resultados para los dos procedimientos difieren por la acción de las bacteriocinas, la pediocina PA-1 destaca su acción inhibitoria contra el patógeno en combinación con el tratamiento físico, además en el carpaccio de ternera curado analizó el nivel de inhibición para *Salmonella entérica*, la cual fue inhibida; sin embargo con la bacteria de *Listeria monocitogenes* tuvo mayor resultado con el empleo de pediocina comercial, siendo esta más

efectiva que la pediocina PA-1 con el mismo tratamiento. En este estudio las bacteriocinas del *Pediococcus acidilactici* en combinación con altas presiones hidrostáticas demuestran que su efecto antimicrobiano actúa dependiendo del microorganismo patógeno que se encuentre en el producto cárnico.

### 3.2.3 Efecto antimicrobiano de diferentes bacterias ácido lácticas aplicadas en carne y productos cárnicos.

(Da Costa, 2019), presentó el aislamiento y caracterización de bacterias ácido láctica presentes en la carne de ovino, por lo que utilizó la bacteriocina Enterocina A, producida por genes de *Enterococcus faecium* EO1, el cual presenta un alto potencial bacteriocinogénico, esta bacteriocina fue la más eficaz en el control de *Listeria monocytogenes* para la biconservación de salchicha fresca de oveja, disminuyendo el nivel de crecimiento del microorganismo patógeno.

Por otro lado (Moscoso, 2017), en su investigación utiliza *Lactobacillus plantarum* como cultivo protector para la bioconservación de salchicha, disminuyendo el recuento de *E. coli*.

En cambio para la bioconservación de carne de cerdo picada, (De Jesus, 2016) utilizó en su investigación cepas de *Lactobacillus plantarum*, reduciendo aeróbios mesófilos y enterobacterias.

Mientras tanto (Albán, 2017), evaluó el crecimiento de microorganismos mesófilos en la carne de res mediante la acción de bacterias ácido lácticas obtenidos del mucílago de cacao para aumentar su tiempo de vida en condiciones medio ambientales, con este procedimiento logró reducir la carga microbiana de aerobios mesófilos, *Staphylococcus aureus* y Coliformes - *E. coli*.

En otro estudio (Arrazola et al., 2016), expuso la utilización de bacterias ácido lácticas; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* y *Streptococcus salivarius sbsp. Thermophilus* como aditivo protector, para la conservación de chorizo, por lo que el efecto bactericida que presentaron estas bacterias frente a las patógenos como aerobios mesófilos, lograron una reducción significativa y de la misma forma el aditivo ejerce una actividad antagónica ante *Salmonella*. En la tabla 5-3 se muestra el efecto antimicrobiano de bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas en carne y productos cárnicos. En la tabla 6-3 se observa el efecto antimicrobiano de bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas en carne y productos cárnicos.

**Tabla 6-3:** Efecto antimicrobiano de bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas en carne y productos cárnicos.

Autor	Alimento	BAL	Bacteriocina	Espectro de inhibición
-------	----------	-----	--------------	------------------------

Da Costa, 2019	Salchicha fresca de oveja	<i>Enterococcus faecium</i> EO1	Enterocina A	<i>Listeria monocytogenes</i> Scott A.
Moscoso, 2017	Salchichas	<i>Lactobacillus plantarum</i>	No caracterizada	<i>Escherichia.coli.</i>  Aerobios mesófilos;
Albán, 2017	Carne de res cruda	BAL de mucílago de cacao	No caracterizada	<i>Staphylococcus aureus;</i> Coliformes; <i>Escherichia coli.</i>
De Jesus, 2016	Carne de cerdo	<i>Lactobacillus plantarum</i>	No caracterizada	Aerobios mesófilos; Enterobacterias.
Arrazola <i>et al</i> , 2016	Chorizo	<i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus; Streptococcus thermophilus</i>	No caracterizada	Aerobios mesófilos; <i>Salmonella.</i>
García, 2015	Carne de res	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	No caracterizada	<i>Salmonella spp.</i>
Pinto, 2015	Carne de cerdo fresca	<i>Lactobacillus plantarum</i> B391	No caracterizada	<i>Listeria monocytogenes</i> B218.

---

**Realizado por:** Vallejo, Karla, 2021.

**BAL:** Bacteria ácido láctica.

En otro estudio (Arrazola et al., 2016), expuso la utilización de bacterias ácido lácticas; *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* y *Streptococcus salivarius sbsp. Thermophilus* como aditivo protector, para la conservación de chorizo, por lo que el efecto bactericida que presentaron estas bacterias frente a las patógenos como aerobios mesófilos, lograron una reducción significativa y de la misma forma el aditivo ejerce una actividad antagónica ante *Salmonella*.

Por otro lado, (García et al., 2015), mencionó que la aplicación de *Lactobacillus acidophilus* en carne de res, ejerce una actividad bioconservadora logrando inhibir el crecimiento de *Salmonella spp.*

Además (Pinto, 2015), recalcó en su estudio el uso de *Lactobacillus plantarum* para inhibir el crecimiento de patógenos en carne de cerdo fresca, el resultado presentó una disminución de crecimiento de *L. monocytogenes*, demostrando que esta especie de bacteria ácido láctica tiene

una acción inhibitoria significativa para carne de cerdo, puesto que logra reducir la población del microorganismo patógeno que se encuentre en este.

### **3.3 Beneficios del uso de bacteriocinas en productos cárnicos.**

#### **3.3.1 *Bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas aplicadas en carne de res cruda.***

En el estudio realizado por (Cáceda, 2018) donde aplicó la bacteriocina producida por *Lactobacillus lactis* en carne de res cruda para su bioconservación, demostró la efectividad antimicrobiana de la nisina con una concentración de 1500 UI (1,59 mg) sobre bacterias patógenas como *Listeria monocitogenes* ATCC 19114, *Salmonella* y *Escherichia coli*, durante el estudio el recuento más significativo tuvo lugar en el día 5 de incubación a una temperatura de 4°C, los valores de los recuentos más bajos se dieron en relación al tiempo, obteniendo un 1,8 log UFC/g para *L. monocitogenes*, la ausencia *Salmonella* y valor de 0,0 para *E. coli*.

Mientras que (Albán, 2017), utilizó bacterias ácido lácticas de mucílago de cacao para determinar el efecto conservante en carne de res cruda, usando una concentración de 10 ml, lo cual tuvo un efecto antimicrobiano para Aerobios mesófilos con un recuento de  $1,36 \times 10^6$  UFC/g, Coliformes- *E.coli* de 0,0 en el día 8 con una temperatura de 5°C de incubación, sin embargo para *Staphylococcus aureus* el recuento superó los límites permitidos, sin embargo estos valores son significativos comparándoles con el tratamiento control de esta investigación.

Por otro lado (García, et al., 2015), empleó *Lactobacillus acidophilus* a una concentración de  $10^7$  UFC/ml en carne de res cruda, analizando microbiológicamente solo *Salmonella*, el efecto conservador de esta bacteria ácido láctica ocurrió entre el día 8 y 15 a temperaturas de 4 y 8°C; el resultado fue la ausencia de esta bacteria patógeno.

En otro estudio realizado por (Vásquez et al., 2009), aplicó 23 g de extracto crudo de bacteriocinas de *Lactobacillus plantarum* LPBM10, en el día 3 con una temperatura de 3°C de almacenamiento, el nivel de recuento de las bacterias patógenas analizadas fue de 3,66 log UFC/g de Psicotrófilos; 4,03 log UFC/g de Mesófilos aerobios; 1,62 log NMP/g de Coliformes totales; 1,34 log NMP/g de Coliformes fecales y la ausencia de *Salmonella*. En la tabla 7-3 se muestra el efecto antimicrobiano de bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas aplicadas en carne de res cruda.

**Tabla 7-3:** Bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas aplicadas en carne de res cruda.

Autor	BAL	Bacteriocina	Concentración	Espectro de inhibición								Tiempo y Temperatura de acción.	
				<i>Listeria monocitogenes</i>	Psicotrófilos	Aerobios mesófilos	Coliformes Totales	Coliformes Fecales	<i>Salmonella</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>		
Cáceda, 2018	<i>Lactobacillus lactis</i>	Nisina	1500 UI (1,50 mg)	1,8 log UFC/g	-	-	-	-	-	ausencia	0,0	-	Día 5 a 4°C
Albán, 2017	BAL de mucílago de cacao	No caracterizada	10 ml	-	-	1,36x10 <sup>6</sup> UFC/g	0,0	-	-	-	0,0	> rango	Día 8 a 5°C
García, 2015	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	No caracterizada	10 <sup>7</sup> UFC/ml	-	-	-	-	-	-	ausencia	-	-	Días 8-15 a 4°C-8°C
Vásquez, 2009	<i>Lactobacillus plantarum</i> LPBM10	Extracto crudo de bacteriocinas	23 mg	-	3,66 log UFC/g	4,03 log UFC/g	1,62 log NMP/g	1,34 log NMP/g	-	ausencia	-	-	Día 3 a 3°C

**Realizado por:** Vallejo, Karla, 2021.

**BAL:** Bacteria ácido láctica.

**UI:** Unidad Internacional.

**UFC:** unidad formadora de colonias.

**NMP:** Número más probable.

### 3.3.2 Bacterias ácido lácticas aplicadas para la bioconservación en carne de cerdo cruda.

La aplicación de bacterias ácido lácticas en carne cruda promueve el análisis del efecto conservante que presenta, además de utilizarlas como alternativa al uso de aditivos químicos en la industria alimentaria como lo menciona (De Jesus, 2016), el cual empleó *Lactobacillus plantarum* sobre carne de cerdo cruda con una concentración de 10g /kg, el efecto inhibitor analizó sobre *Listeria monocitogenes* y Enterobacterias, el resultado del recuento dio un 1,6 log UFC/g y 1,0 log UFC/g, respectivamente; entre el día 8 y 9 con una temperatura de 4°C. En la tabla 8-3 se muestra las bacterias ácido lácticas aplicadas para la bioconservación en carne de cerdo cruda.

**Tabla 8-3:** Bacterias ácido lácticas aplicadas para la bioconservación en carne de cerdo cruda.

Autor	BAL	Bacteriocina	Concentración	Espectro de inhibición		Tiempo y Temperatura de acción.
				<i>Listeria monocitogenes</i> log UFC/g	Enterobacterias log UFC/g	
De Jesus, 2016	<i>Lactobacillus plantarum</i>	No caracterizada	10 g/kg	1,6	1,0	Días 8-9 a 4°C
Pinto, 2015	<i>Lactobacillus plantarum</i> B391	No caracterizada	Película de bacteriocina parcialmente purificada	3,2	-	24 horas a 4°C

**Realizado por:** Vallejo, Karla, 2021.

**BAL:** Bacteria ácido láctica.

**UFC:** unidad formadora de colonias.

La aplicación de bacterias ácido lácticas en carne cruda promueve el análisis del efecto conservante que presenta, además de utilizarlas como alternativa al uso de aditivos químicos en la industria alimentaria como lo menciona (De Jesus, 2016), el cual empleó *Lactobacillus plantarum* sobre carne de cerdo cruda con una concentración de 10g /kg, el efecto inhibitor analizó sobre *Listeria monocitogenes* y Enterobacterias que son bacterias patógenas que causan más problemas a la salud del consumidor, el resultado del recuento dio un 1,6 log UFC/g y 1,0 log UFC/g, respectivamente; entre el día 8 y 9 con una temperatura de 4°C.

De la misma manera, (Pinto, 2015), utilizó una película de bacteriocina parcialmente purificada de *Lactobacillus plantarum* B391 en carne de cerdo cruda, bacteria ácido láctica similar al estudio anterior, en el cual el recuento significativo tuvo de 3,2 log UFC/g para *Listeria monocitogenes* en 24 horas con una temperatura de 4°C, comparándose resultados de ambas investigaciones que influye de gran manera la concentración de BAL aplicada.



### 3.3.3 Bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas aplicadas en salami.

Para (Valencia, 2020) en la bioconservación de salami, aplicó 0,4 g de *Lactobacillus plantarum* y *pediococcus acidilactici*, donde analizó microbiológicamente el recuento de *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* y *Salmonella*, dando como resultado un  $>1,0 \times 10^2$  UFC/g de *S. aureus* y ausencia de *C. perfringens* y *Salmonella*.

Mientras que (Alcívar et al., 2018), utilizó nisina con una concentración de 0,5 g en salami para analizar *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* y *Salmonella*; sin embargo a diferencia del estudio anterior, los resultados del recuento fue negativo para *S. aureus*, positivo  $<10$  UFC/g para *C. perfringens* y ausencia de *Salmonella*. Por tal razón se demostró para ambas investigaciones que la ausencia de *Salmonella* representa la inocuidad del salami. En la tabla 9-3 se muestra las bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas aplicadas en salami.

**Tabla 9-3:** Bacterias ácido lácticas productoras de bacteriocinas aplicadas en salami.

Autor	BAL	Bacteriocina	Concentración	Espectro de inhibición		
				<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Clostridium perfringens</i>	<i>Salmonella</i>
Valencia, 2020	<i>Lactobacillus plantarum</i> y <i>pediococcus acidilactici</i>	No caracterizada	0,4 g	$>1,0 \times 10^2$ UFC/g	Ausencia	ausencia
Alcívar, 2018	<i>Lactococcus lactis</i>	Nisina	0,5 g	negativo	Positivo $<10$ UFC/g	ausencia

**Realizado por:** Vallejo, Karla, 2021.

**BAL:** Bacteria ácido láctica.

**UFC:** unidad formadora de colonias.

## CONCLUSIONES

- Las bacteriocinas son péptidos antimicrobianos mayormente producidas por bacterias ácido lácticas, los estudios revisados demostraron que la nisina, la pediocina PA-1 y la enterocina A; sobresalen como bioconservantes naturales en carne y productos cárnicos, mejorando la calidad e inocuidad de estos productos, además del *Lactobacillus plantarum* el cual es una cepa productora de actividad antimicrobiana con acción similar a las bacteriocinas ya mencionadas, logrando inhibir la contaminación con microorganismos patógenos.
- En la revisión bibliográfica analizada se apreció que la nisina se destaca por el efecto antimicrobiano que produce frente bacterias gram negativas, es la única bacteriocina reconocida como GRAS, siendo muy comercial a nivel industrial y el modo de acción depende de su concentración; de acuerdo con los diferentes estudios, respecto a la cinética de crecimiento de microorganismos patógenos, la nisina de manera singular en carne de res cruda logró inhibir *Escherichia coli* O157:H7 con un recuento de 0,0 log UFC/g y la ausencia total de *Salmonella*; mientras que combinada con un tratamiento químico o físico inhibió *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* en productos cárnicos, evidenciando la eficiencia de la bacteriocina empleada.
- La pediocina combinada con un tratamiento físico (alta presión hidrostática) logró inhibir el crecimiento de *Escherichia coli* O157:H7, en jamón curado loncheado y carpaccio de ternera curado. La aplicación de *Lactobacillus plantarum* como cultivo protector en salchichas y carne de cerdo, inhibió patógenos como *Enterobacterias* con valor de 1,0 log UFC/g y *L. monocytogenes* con un valor de 1,6 log UFC/g. Mientras que en salami inhibió *S. aureus* con un valor de  $>1,0 \times 10^2$  UFC/g, y la ausencia total de *Salmonella*.
- El beneficio principal del uso de bacteriocinas en productos cárnicos fue la gran capacidad de inhibir el crecimiento logarítmico de microorganismos patógenos en la fase de desarrollo microbiano durante el tiempo de almacenamiento del producto, además de la concentración de la bacteriocina empleada para determinar el potencial bacteriostático y su posible reemplazo a aditivos químicos, permitiendo el alargamiento de la vida útil del producto.

## RECOMENDACIONES

Para posteriores estudios se recomienda investigar el efecto antimicrobiano de bacteriocinas combinadas; nisina y pediocina, para la bioconservación de carne de res cruda o carne de cerdo fresca, estos son alimentos que tienen gran alcance para todos los niveles sociales de la población, por lo es indispensable analizar la concentración más efectiva de estas bacteriocinas en la inhibición frente a microorganismos patógenos como *E.coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens* que se encuentran comúnmente por varios factores.

Caracterizar *Lactobacillus plantarum* para la obtención de plantaricina, para la realización estudios de bioconservación de productos cárnicos, evaluando su efecto antimicrobiano específico.

## GLOSARIO

**Antibiótico:** es una sustancia química producida por un ser vivo o derivado sintético, matando e impidiendo el crecimiento de ciertos microorganismos patógenos.

**Bactericida:** sustancia con la capacidad de destruir a las bacterias.

**Bacteriocinas:** péptidos antimicrobianos o proteínas excretadas por bacterias que inhiben o matan a otras relacionadas.

**Bacteriolítico:** sustancias que provocan la muerte de la bacteria, impidiendo el crecimiento y reproducción de esta.

**Bacteriostático:** el efecto bacteriostático no causa la muerte de una bacteria, pero sí impide su multiplicación progresiva haciendo que esta envejezca y muera sin dejar descendencia.

**Cultivos iniciadores:** es una preparación de una o varias especies microbianas que se emplean a un producto para emprender el proceso de fermentación, las cuales provocan transformaciones en el sabor, color, textura además de dar estabilidad microbiológica del producto.

**Hidrofóbico:** repele el agua, no puede relacionarse con ella.

**Inhibición:** es la interrupción del desarrollo o impedimento del crecimiento logarítmico del microorganismo patógeno.

**Inoculación:** es la introducción de un organismo por un medio artificial, que crecerá y reproducirá para un fin determinado.

**kDa:** Kilodalton refiere a una unidad de masa atómica

**Lábil:** se refiere algo que está en constante cambio, se desliza o resbala fácilmente.

**Microbiota:** es la flora intestinal o microflora, es el agrupamiento de microorganismos vivos que se encuentran en intestino humano.

**Termolábiles:** refiere a una sustancia que frente a una temperatura elevada se destruye o inactiva.

**Vida útil:** es el tiempo finito o periodo total en que se propone utilizar un producto que después de su producción en condiciones controladas, pierde propiedades físico-químicas y sensoriales.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUDELO, Natalia, et al.** Bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas y su aplicación en la industria de alimentos. *Alimentos Hoy* [en línea], 2015, (Colombia) 23(36), pp. 186-205. [Consulta: 08 octubre 2020]. ISSN 2027-291X. Disponible en: [https://acta.org.co/acta\\_sites/alimentos hoy/index.php/hoy/article/view/356/306](https://acta.org.co/acta_sites/alimentos hoy/index.php/hoy/article/view/356/306)

**AGUDO, Javier.** Pioneros de la microbiología: Louis Pasteur [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Universidad de Sevilla, Facultad de Farmacia, España. 2016. pp. 1-46. [Consulta: 2021-05-27]. Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/48735/AGUDO%20TOSCANO%2C%20JAVIER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**ALBÁN, Diego.** Empleo de bacterias ácido lácticas provenientes del mucílago de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) para la conservación de la carne de res [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Alimentos, Quevedo, Ecuador. 2017. pp. 12-17 [Consulta: 2020-10-08]. Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2261>

**ALCÍVAR , Gabriel & ESPINOZA, Angélica.** Características microbiológicas y organolépticas del salami aplicando nisina como conservante natural [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador. 2018. pp. 1-66. [Consulta: 2020-10-08]. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/889>

**ARRAZOLA, Guillermo, et al.** Bacterias ácido lácticas como aditivo protector de microorganismos no deseables en carnes curadas. *Vitae* [en línea], 2016, (Colombia) 23(1), pp. 165-169. [Consulta: 08 octubre 2020]. ISSN 01214004. Disponible en: <https://search.proquest.com/openview/0d1fc669d47ed3cdcf2cacab2681d268/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1806352>

**CÁCEDA, José.** Efecto de la concentración de nisina sobre el crecimiento de *Listeria monocytogenes* ATCC 19114 en carne de res cruda [En línea] (Trabajo de titulación). (Biólogo-Microbiólogo) Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Académico Profesional de Microbiología y Parasitología, Trujillo, Perú. 2018. pp. 1-49. [Consulta: 2020-10-08]. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10861>

**CANO, Daniela.** Nisina como conservante de alimentos: revisión sistemática de la literatura. *Universidad de Antioquia* [en línea], 2015, (Colombia) 6(1-2), pp. 52-64. [Consulta: 15 enero 2021]. ISSN 2144-8898. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/hm/article/view/335279/20794046>

**CEJA, T, et al.** Diseño de un sistema de barreras múltiples para el control del deterioro microbiano de salchicha. *Avances de Investigación en Inocuidad de alimentos* [en línea], 2019, (México) 2, pp. 1-6. [Consulta: 16 febrero 2021]. ISSN 1665-5745. Disponible en: <http://www.e-gnosis.udg.mx/index.php/trabajosinocuidad/article/view/587/300>

**CORTÉS-SÁNCHEZ, A, et al.** Bioconservación, alimentos y pescado. *AgroProductividad* [en línea], 2018, (México) 11( 11), pp. 11-16. [Consulta: 07 noviembre 2020]. ISSN. 2594-0252. Disponible en: <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1276/1039>

**DA COSTA, Roger.** Isolamento e caracterização de bactérias ácido lácticas obtidas de carne ovina e aplicação de substâncias antimicrobianas em linguiça ovina frescal no controle de *Listeria monocytogenes* Scott A [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctoral) Universidad Federal de Pelotas, Facultad de Agronomía “Eliseu Maciel”, Pelotas, Brazil. 2019. pp. 1-124. [Consulta: 2021-01-15]. Disponible en: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/4316/1/Tese%20Roger%20final.pdf>

**DE JESUS , Carlos.** Producción y recuperación de sustancias bioconservantes a partir de cultivos iniciadores de productos cárnicos curados [En línea] (trabajo de titulación). (Doctoral) Universidad Politécnica de Valencia, España. 2016. pp. 1-257. [Consulta: 2020-10-07]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/76733/DE%20-%20PRODUCCI%c3%93N%20Y%20RECUPERACI%c3%93N%20DE%20SUSTANCIAS%20BIOCONSERVANTES%20A%20PARTIR%20DE%20CULTIVOS%20INICIADORES%20DE%20....pdf?sequence=16&isAllowed=y>

**DE LA FUENTE, Norma & BARBOZA, José.** Inocuidad y bioconservación de alimentos. *Acta Universitaria*. [en línea], 2010, (México) 20(1), pp. 43-52. [Consulta: 07 noviembre 2020]. ISSN 0188-6266. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/416/41613084005.pdf>

**ESPINOZA, Angie, & MARÍN, Laura.** Estado del arte del aislamiento y caracterización de bacterias ácido lácticas productoras de bacterionas presentes en la microbiota autóctona del queso fresco producido a pequeña escala. [En línea] (Trabajo de titulación). (Microbióloga) Universidad Libre Seccional Pereira, Facultad de Ciencias de la Salud, Pereira, Colombia. 2015. pp. 12-35. [Consulta: 2020-10-05] Disponible en:

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/16156/ESTADO%20DEL%20ARTE%20DEL%20AISLAMIENTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**FAO.** *Propuestas de nuevas disposiciones para la nisina (SIN 234) en la categoría de alimentos 0.8 "Carne y productos cárnicos, incluidos los de aves de corral y caza"* [blog]. Roma: 2013. [Consulta: 15 enero 2021]. Disponible en: [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFA/ccfa45/fa45\\_10s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFA/ccfa45/fa45_10s.pdf)

**GARCIA, Melvin & SANDOVAL, Rosme.** Determinación de la bioconservación del *Lactobacillus acidophilus* sobre *Salmonella* spp. utilizando sustrato de carne de res [En línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura) Universidad de el Salvador, Facultad de Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador. 2015. pp. 1-194. [Consulta: 2020-10-02]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9331/1/16103649.pdf>

**GRANDE , María, et al.** Bioconservación de alimentos cárnicos. *Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental* [en línea], 2011, (España) 24(1), pp. 1-13. [Consulta: 07 noviembre 2020]. ISSN 1130-2534. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4247301>

**NTE INEN-CODEX 192.** *Norma general para los aditivos alimentarios (CODEX STAN 192-1995, IDT)* [en línea], 2016, (Ecuador), pp. 1-458. [Consulta: 02 febrero 2021]. Disponible en: [https://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen-codex\\_192.pdf](https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen-codex_192.pdf)

**LORENZO, Gonzalo & RAFFO, Martín.** *Lactococcus lactis* nativo: caracterización de la producción de bacteriocinas, propiedades tecnológicas y efecto antimicrobiano sobre *Listeria innocua*. Montevideo [En línea] (Trabajo de titulación). (Veterinaria) Universidad de la Republica, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay. 2015. pp. 9-19 [Consulta: 2020-10-03]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/10273/1/FV-31589.pdf>

**LÓPEZ, María.** Aplicación de bacteriocinas para la bioprotección de alimentos [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctoral) Universidad de Jaén, Facultad de Ciencias de la Salud, Jaén, España. 2017. pp. 1-180. [Consulta: 2021-01-15]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/269000463.pdf>

**MONTALVO, Constaza, et al.** Cambios estructurales de filetes de tilapia bioconservados mediante impregnación con bacterias lácticas. *Vitae* [en línea], 2016, (Colombia) 23(1), pp. 345-349. [Consulta: 04 octubre 2020]. ISSN 01214004. Disponible en: <https://search.proquest.com/openview/a13dc47d98b3250c8c534b2ed3861fc0/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1806352>

**MONTERO, Diego.** Determinación de producción de bacteriocinas a partir de *Lactobacillus casei* [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería de Alimentos, Cuenca, Ecuador. 2016. pp. 1-85. [Consulta: 2020-10-03]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5728>

**MORENO, Cláudia & FRANCO, Bernadette DGM.** Bacteriocinas de bacterias lácticas. *ConScienciae Saúde* [en línea], 2002, (Brasil) 1, pp. 09-15. [Consulta: 07 noviembre 2020]. ISSN 1677-1028. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92900103>

**MOSCOSO, Javier.** Bioconservación de embutidos crudos mediante el uso de *Staphylococcus carnosus* y *Lactobacillus plantarum* como cultivos protectores [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. 2017. pp. 1-62. [Consulta: 2021-01-15]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6674/1/12690.pdf>

**OLVERA, Myrna, et al.** Detección de proteínas con actividad antibacteriana producidas por bacterias ácido lácticas. *BioTecnología* [en línea], 2015, (México) 19, 25-43. [Consulta: 15-01-2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/280568781\\_Deteccion\\_de\\_Proteinas\\_con\\_Actividad\\_Antibacteriana\\_Producidas\\_por\\_Bacterias\\_Acido\\_Lacticas/link/55ba5bbc08aed621de0aced4/download](https://www.researchgate.net/publication/280568781_Deteccion_de_Proteinas_con_Actividad_Antibacteriana_Producidas_por_Bacterias_Acido_Lacticas/link/55ba5bbc08aed621de0aced4/download)

**ORTEGA, María.** Tratamientos combinados de altas presiones y bioconservación en la mejora de la seguridad microbiológica de productos cárnicos listos para el consumo [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. Madrid. 2014. pp. 1-329. [Consulta: 2021-02-02]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/28487/1/T35772.pdf>

**PARRA, Ricardo.** Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los alimentos. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. [en línea], 2010, (Colombia) 8(1), pp 93-105. [Consulta: 28 marzo 2021]. ISSN. 1692-3561. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a12.pdf/>

**PINTO, Daniela.** Estudos da bacteriocina produzida por *Lactobacillus plantarum* B391 para potencial utilizacao na Indústria [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Instituto Politécnico de Viana Do Castelo, Portugal. 2015. pp. 6-18. [Consulta: 2020-11-07]. Disponible en: [http://repositorio.ipv.pt/bitstream/20.500.11960/1509/1/Daniela\\_Loureiro.pdf](http://repositorio.ipv.pt/bitstream/20.500.11960/1509/1/Daniela_Loureiro.pdf)

**PORRAS, Marina.** Bacteriocinas de bacterias lácticas como bioconservantes alimentarios [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de la Laguna, Facultad de Farmacia, España. 2019. pp. 1-26. [Consulta: 2020-10-05]. Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/17007/BACTERIOCINAS%20DE%20BACTERI>



[AS%20LACTICAS%20COMO%20BIOCONSERVANTES%20ALIMENTARIOS.pdf?sequence=1](#)

**SALAZAR, Zulema, & HURTADO, Lilia.** Pruebas de susceptibilidad a bacteriocinas producidas por BAL en bacterias resistentes a antibióticos. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*. [en línea], 2017, (México) 48(1), pp 7-17. [Consulta: 02 octubre 2020 ]. ISSN. 1870-0195. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/579/57956614002.pdf>

**SANCHÉZ, María, et al.** Nisina (N 234), aditivo utilizado como conservante en alimentos. *Gaceta Médica de Bilbao* [en línea], 2019, (España) 116(4), pp. 166-173. [Consulta: 15 enero 2021]. ISSN 0304-4858. Disponible en: <http://www.gacetamedicabilbao.eus/index.php/gacetamedicabilbao/article/view/718/726>

**UBAQUE, Camila.** Inclusión de aceite esencial de orégano y nisina encapsulados en biorecubrimiento comestible a partir de quitosano como alternativa de conservación en carne de hamburguesa de res [En línea] (Trabajo de titulación). (Magister) Universidad Nacional de Colombia, Facultad De Ciencias Agrarias, Posgrado de Ciencia Y Tecnología de Alimentos, Bogotá, Colombia, 2020. pp. 1-167. [Consulta: 2021-02-05]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77852/1026260154.2020.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

**VALENCIA, Viviana.** Determinación de la capacidad conservante de bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*) y mesófilas (*Streptococcus lactis*, *Streptococcus diacetylactis*) aplicadas en salami para evitar el uso de conservantes artificiales [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales, Cuenca, Ecuador. 2020. pp. 1-122. [Consulta: 2020-10-03]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18681>

**VELASCO, Denis.** Bioconservantes en productos cárnicos: implicaciones frente a los principales referentes regulatorios en *Listeria monocytogenes* [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad de la Sabana, Facultad de Ingeniería, Chía, Colombia. 2018. pp. 1-86. [Consulta: 2020-10-04]. Disponible en: <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/33440/Tesis%20Maestria%20-%20Denis%20Alejandra%20Velasco%20B.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**VÁSQUEZ, Sandra, et al.** Evaluación de bacteriocinas como medio protector para la biopreservación de la carne bajo refrigeración. *Revista Chilena de nutrición*. [en línea], 2009, (Chile) 36(3), pp. 228-238. [Consulta: 28 marzo 2021]. ISSN 071-7518. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v36n3/art05.pdf>

**ZÁRATE, Edgar.** Modelamiento de la bioconservación de la hamburguesa de carne por productos orgánicos de bacterias ácido lácticas homofermentativas [En línea] (Trabajo de investigación). Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Callao, Perú. 2019. pp. 1-109. [Consulta: 2021-01-15]. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/5124/ZARATE%20SARAPURA%20-%20FCNM%20-%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>