



Efecto del extracto de Tocosh en la conservación de filete de res envasado al vacío

Effect of tocosh extract on the preservation of vacuum packed beef fillet

Reyes, Vilma J.¹; Carhuallanqui, Shalin¹; Clímaco, Diana¹ y Yábar, Emilio¹

¹Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias,
Universidad Nacional del Centro del Perú,
Ciudad Universitaria, Huancayo, Perú.

Resumen

Los extractos de sobrenadante de *Lactobacillus* tienen propiedades inhibitorias del crecimiento y disrupción de biofilm sobre cepas de patógenos. Este artículo brinda una visión general sobre la posibilidad de utilizar el extracto de Tocosh exento de células como conservante de carne. Se utilizó principalmente información procedente de google académico, Scielo, Scopus y Science direct. Los antecedentes consideran a los alimentos fermentados tradicionales como fuente de bacterias ácido láctica (BAL) dentro de ellas el Tocosh, seguido de un análisis sistemático de sus cualidades bioactivas en la salud, la importancia de las bacteriocinas, los factores básicos de conservación de la carne fresca, que incluye el envasado al vacío, para finalmente considerar el sistema de conservación de la carne mediante un extracto con potencialidad antimicrobiana. Se observó que existe un vacío de conocimiento por investigar sobre la caracterización molecular del extracto de Tocosh libre de células, para ser utilizada como conservante de alimentos en forma individual o sinérgico con otros sistemas de conservación en alimentos perecibles como la carne.

Palabras clave: tocosh, bacterias ácido lácticas, bioconservantes, bacteriocinas, alimentos percederos.

Abstract

Lactobacillus supernatant extracts have growth inhibitory and biofilm disruption properties on pathogen strains. This article provides an overview of the possibility of using cell-free Tocosh extract as a meat preservative. Information from google academic, Scielo, Scopus and Science direct was mainly used. The background considers traditional fermented foods as a source of lactic acid bacteria (LAB) including Tocosh, followed by a systematic analysis of its bioactive qualities on health, the importance of bacteriocins, the basic factors of fresh meat preservation, including vacuum packaging, and finally considering the system of meat preservation using an extract with antimicrobial potential. It was observed that there is a knowledge gap to be investigated on the molecular characterization of cell-free Tocosh extract, to be used as a food preservative individually or synergistically with other preservation systems in perishable foods such as meat.

Keywords: tocosh, lactic acid bacteria, biopreservative, bacteriocins, perishable foods.

Cómo referenciar:

Reyes, V. J.; Carhuallanqui, S.; Clímaco, D. y Yábar, E. (2022). Efecto del extracto de Tocosh en la conservación de filete de res envasado al vacío. *Prospectiva Universitaria Ciencias Agrarias*, 03(01), 1–10.

1 Introducción

Los productos fermentados en condiciones naturales generan un alimento con cualidades nutritivas y fun-

cionales superiores a las materias primas de origen, además de una biomasa de microorganismos de distintos tipos, que corresponden mayoritariamente a bacterias ácido lácticas (BAL), los cuales están demostrando que pro-

ducen metabolitos de interés como en alimentos, estos son las bacteriocinas, polipéptidos con acción antagónica. Durante el proceso de elaboración del tocosh, se desarrollan muchas especies de *Lactobacillus* y sus extractos podrían ser utilizados como conservante de filetes de res.

La nisina, bacteriocina más comercial, es eficaz para inhibir *Brochothrix thermosphacta* cuando se incorpora en la producción de embutidos, se ha examinado el uso de otras bacteriocinas como la leucocina A, las enterocinas, las sakacinas y las carnobacterinas A y B para prolongar la vida útil de la carne fresca; sin embargo, los resultados más prometedores en carnes se obtuvieron utilizando pediocina PA-1 que reduce el número de microorganismos objetivo, pero aún no es un aditivo alimentario aprobado en los Estados Unidos, sin embargo, las bacteriocinas no solo son efectivas, sino que también son seguras para su uso en el suministro de alimentos (Cleveland et al., 2001).

Los antimicrobianos naturales, que inhiben el crecimiento microbiano, incluyen productos químicos tradicionales, antimicrobianos naturales o preservación biológica (por ejemplo, microbios beneficiosos, bacteriocinas o bacteriófagos); aunque tienen una gran eficacia antimicrobiana, los desafíos debidos a la adaptación de los patógenos transmitidos por los alimentos a tales métodos de control se están haciendo evidentes, tal adaptación permite la supervivencia de los patógenos en alimentos o ambientes de contacto con alimentos (Abdelhamid & El-DougDoug, 2020). El objetivo de esta revisión fue analizar la información científica más relevante sobre los posibles metabolitos del extracto de tocosh con actividad conservante a partir de las BAL desarrolladas durante el proceso de fermentación.

2 Materiales y Métodos

Se realizó una búsqueda sistemática utilizando las siguientes bases de datos: SCOPUS, WEB OF SCIENCE, MEDLINE y GOOGLE ACADÉMICO. La búsqueda fue realizada en español e inglés utilizando palabras clave como tocosh, bacterias ácido-lácticas, conservante, bacteriocinas, alimentos andinos, filete de carnes, alimentos funcionales. Se tuvo en cuenta todos los artículos científicos relevantes publicados entre los años 2001 al 2020. Cada artículo original y de revisión fue evaluado en el contexto del título de la revisión propuesta.

3 Resultados

3.1 Tocosh

El tocosh de papa es el resultado de un proceso artesanal de fermentación-putrefacción, tiene propiedades nutricionales y medicinales sustentadas por la tradición y algunas referencias científicas, su consumo más importante es como mazamorra (Lechuga-Gilt & Salas-Ramírez, 2013).

Un proceso fermentativo presenta tres fases; primero se desarrolla una microflora poco exigente, enterobacterias y aerobios mesofílicos, seguido de microorganismos productores de ácidos orgánicos, mayoritariamente bacterias ácido-lácticas (BAL), microaerófilas o anaerobias; finalmente, en la tercera fase desarrollan levaduras saprofitas, generando un producto por acidificación láctica y depolimerización parcial del almidón (Chiquiza-Montaña et al., 2016).

Las bacterias ácido-lácticas de los productos fermentados tienen capacidades limitadas para la síntesis de aminoácidos; sin embargo, poseen un complejo sistema proteolítico (serina proteasa) capaz de hidrolizar proteínas alimentarias a péptidos y aminoácidos que contribuyen a la textura, sabor y aroma (Holzapfel & Wood, 2014).

3.1.1 Bacterias ácido lácticas del tocosh

Jiménez et al. (2018) encontró que el total de bacterias mesófilas en PCA varió de $4,3 \times 10^6$ a $1,9 \times 10^8$ UFC g-1, los recuentos de BAL en los medios MRS y YGLP aumentaron de $7,4 \times 10^2$ y $1,1 \times 10^3$ UFC g-1 a $5,5 \times 10^7$ y $1,1 \times 10^7$ UFC g-1, respectivamente. No se observaron diferencias en los recuentos de BAL en MRS-M o MRS-S, excepto una reducción de un logaritmo para la muestra de 8 meses en MRS-S, el total de mohos y levaduras disminuyó de $7,1 \times 10^3$ (papas frescas) a $1,0 \times 10^2$ UFC g-1, se registró una disminución en el valor de pH de 5,5 a 3,8 y 4,2.

Tabla 1

Análisis Microbiológico de Papas Frescas, Tocosh de 1 y 8 meses de fermentación

Categorías	Papa fresca	1 mes	8 meses
Mesófilos totales	4.3×10^6	5.8×10^7	1.2×10^8
BAL (MRS)	7.4×10^2	2.1×10^5	5.5×10^7
BAL (YGLP)	1.1×10^3	1.7×10^5	1.1×10^7
BAL (MRS-M)	1.6×10^2	2.5×10^5	5.7×10^6
BAL (MRS-S)	1.5×10^2	6.2×10^4	4.2×10^6
Mohos y levaduras	7.1×10^3	2.7×10^3	1.0×10^2
pH	5.5	3.8	4.2

Nota. Tomado de 2018.

La diversidad de BAL asociadas con tocosh, por métodos de cultivo y secuenciación de alto rendimiento (HTS), se identificaron especies de *Lactobacillus* (Lb) (*Lb. sakei*, *Lb. casei*, *Lb. farciminis*, *Lb. brevis*, *Lb. fermentum*) y *Leuconostoc* (Ln) mesenteroides, se investigaron sus características biotecnológicas, como capacidad degradativa de la amilasa y el fitato, así como producción de exopolisacáridos (EPS) y vitaminas del grupo B (riboflavina y ácido fólico) fueron exhibidas por *Lb. sakei* y *Ln. mesenteroides*, además como actividad antibacteriana y capacidad de producción de aminas biogénicas (2018).

Cepas de BAL aisladas de tocosh, demostraron ser efectivas para inhibir varios hongos toxigénicos y no toxigénicos como *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, así como patógenos alimentarios, los agentes antimicrobianos (bacteriocinas y/o moléculas antifúngicas), mediante la extracción QuEChERS con detección LC-MS-LIT permitió la identificación y cuantificación de hasta 15 compuestos, *L. fermentum* T3M3 y *Lc. mesenteroides* T1M3 mostraron potencialidad antimicrobiana y no mostraron resistencia a los antibióticos y, por lo tanto, son aptas para aplicaciones alimentarias (Yépez et al., 2017).

3.1.2 Efecto antioxidante y citoprotector del tocosh

El tocosh fortalece el sistema inmunológico, controla las úlceras estomacales y gastritis crónica; sin embargo, son escasas las conclusiones científicas al respecto. Niveles de 1800 mg kg⁻¹ conservaron 97% del área de la mucosa gástrica, 2700 mg kg⁻¹ 95% y 900 mg kg⁻¹ 88% ($p < 0,05$), 1800 mg kg⁻¹ mostró mejor efecto citoprotector y 2700 mg kg⁻¹ mejor actividad antioxidante, comparada con sucralfato 30 mg kg⁻¹, estos resultados en animales de laboratorio confirman el conocimiento tradicional, que el consumo de tocosh protege la mucosa gástrica en personas (Sandoval et al., 2015).

El tocosh presentó actividad antibacteriana sensible en un 90% con respecto a la gentamicina de 43.3%, efecto antibacteriano moderadamente sensible con 6.7% y 30% respectivamente; el tocosh presentó una acción antibacteriana sensible en un 20% con respecto a la gentamicina de 60%, efecto antibacteriano intermedio con 6.7% y 3.3% respectivamente (Pesantes, 2015). Como propuesta terapéutica, la papa fresca y el tocosh protegen la mucosa gástrica por su capacidad antioxidante (Rojas-Padilla & Vásquez-Villalobos, 2016).

3.1.3 Efecto inhibitorio del tocosh

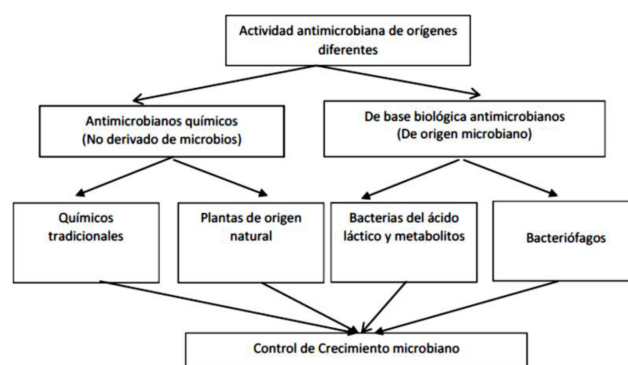
Lopez (2017) evaluó el efecto inhibitorio in vitro del extracto acuoso del tocosh comparado con vancomicina y oxacilina sobre cepas de *Staphylococcus aureus*, con los siguientes tratamientos: extractos acuosos de tocosh al 25, 50 y 100% y 2 controles con oxacilina y vancomicina, se determinó su actividad antibacteriana mediante halos de inhibición y concentración mínima inhibitoria (CMI) mediante unidades formadoras de colonias, el *Staphylococcus aureus* fue muy sensible frente al extracto del 25% ($17,75 \pm 1,05$ mm) e intensamente sensible frente a 50 % y 100% ($22,17 \pm 0,94$ y $25,42 \pm 1,62$ mm respectivamente), la CMI fue de 500 mg dL⁻¹ (extracto al 50%); se concluyó que el tocosh presentó efecto inhibitorio in vitro sobre cepas de *Staphylococcus aureus*, la aplicación de extractos o usar un producto que haya sido fermentado previamente con una cepa o biomasa productora de bacteriocina como ingrediente durante el procesamiento de alimentos, es una posibilidad técnica y económica (Daba & Elkhateeb, 2020).

3.1.4 Actividad antibacteriana de otros orígenes

Existen varias formas de eliminar o reducir los patógenos con sustancias de diferentes orígenes químicos y biológicos diferentes a las bacteriocinas como se puede observar en la figura 1.

Figura 1

Clasificación de Antimicrobianos Naturales



Nota. Representación esquemática de la clasificación de antimicrobianos naturales que controlan el crecimiento microbiano como se presenta en el estudio actual. Tomado de Abdelhamid y El-DougDoug (2020).

3.2 Bacteriocinas

Las BAL a menudo se aíslan de hábitats ricos en nutrientes que contienen carbohidratos solubles, vitaminas, proteínas disponibles y tienen baja tensión de oxígeno,

los hábitats incluyen productos fermentados como leche, carne, verduras, frutas y productos lácteos (López-Cuellar et al., 2016). Las BAL son microorganismos con potencial bio preservante natural de muchos productos alimenticios, debido a que producen diversos metabolitos como ácido láctico, peróxido de hidrógeno, diacetilo, dióxido de carbono y bacteriocinas (Heredia-Castro et al., 2017). Las bacteriocinas se definen como polipéptidos de origen ribosomal que son secretados al medio extracelular y tienen la capacidad de ejercer actividad antagonista contra un grupo de bacterias, hongos y algunos parásitos competidores (López-Cuellar et al., 2016).

Tabla 2

Características Generales de las Bacteriocinas

Categoría	Descripción
Origen	Origen ribosomal: péptidos extracelulares producidos por la bacteria Gram positivas y Gram negativas.
Efectos	Se estima que el 99% de las bacterias son capaces de sintetizar cuando menos una bacteriocina. Efectos - In vitro: no toxica para líneas normales celulares normales, toxica para célula cancerosa. - In vivo: no estimula el sistema inmune, no toxico en modelos animales y humanos (se activan por proteasas digestivas).
Espectro de acción	Pueden actuar con bacterias Gram positivas y Gram negativas. Algunas bacterias patógenas susceptibles son <i>E. coli</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>C. Botulinum</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Ent. fecalis</i> , <i>Salmonella spp.</i>
Modo de actividad	Bactericida, bacteriostático y fungicida.
Mecanismo de acción	Permeabilización de la membrana (perdida del potencial de membrana, consumo de reservas energéticas celulares, disminución en la síntesis de DNA, RNA y proteínas). - Lisis celular.
Estructura química	Péptidos: glicoproteínas y lipoproteínas.
Peso Molecular	Gram negativas: son de tamaño muy variable y pueden alcanzar hasta los 80kDa. - Gram positivas: por lo general su tamaño es menos de los 10kDa, aunque se han reportado valores más altos. - Archea: su tamaño puede llegar a alcanzar aproximadamente los 20kDa.
Carácter	Hidrofóbico. - Anfipático.
pI	De 8.1 a 10.0
Localización de genes que codifican para las bacteriocinas	Plásmidos, Cromosomas, Transposones: ambos (plásmidos y cromosomas).
Sensibilidad a enzimas	Todas son sensibles a las enzimas proteolíticas, tales como la pepsina, tripsina y pronasa
Sensibilidad a temperaturas	Compuestos termoestables: la mayoría soporta de 100-120°C durante 15-30 min.
Sensibilidad a pH	La mayoría de las bacteriocinas son estables en el intervalo de pH de 3,0 a 9,0.

Nota. Tomado de Heredia-Castro et al. (2017).

Las tablas 2 y 3 muestran las características generales y la clasificación de las bacteriocinas. La producción de bacteriocinas depende del crecimiento y la actividad fisiológica de la cepa productora, las principales variables que afectan la producción de bacteriocinas son la temperatura (20 a 50 °C), el pH (es generalmente mantenido constante para la producción de bacteriocinas, mediante la neutralización de los ácidos producidos), la composición del medio de cultivo (fuente de carbono, glucosa, lactosa, sacarosa y como fuente de nitrógeno, extracto de levadura, extracto de carne o peptona), condiciones anaerobias a 60% de oxígeno y la presencia de inducto-

res, como la adición de surfactantes como Tween 80 que estimula la secreción de péptidos al influenciar la fluidez de la membrana celular (Londoño et al., 2015).

Preparaciones de extractos crudos se han probado y analizado, presentaron amplio espectro y pueden usarse como aditivos alimentarios, se observó una reducción en las bacterias aeróbicas mesófilas, psicrotróficas y *Listeria monocytogenes* en comparación con el control, las bacteriocinas podrían ser efectivas para la protección contra ciertos patógenos en la carne, verduras y productos lácteos (López-Cuellar et al., 2016).

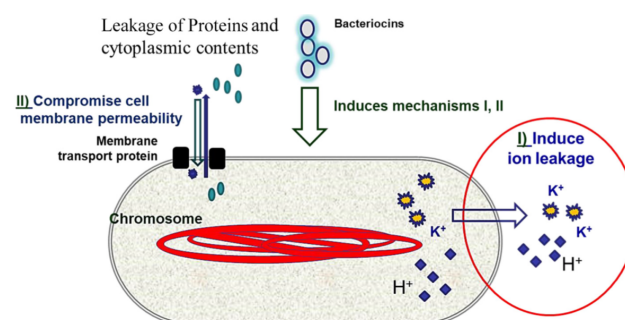
Las bacteriocinas tienen diferentes aplicaciones en la conservación y procesamiento de alimentos, las aplicaciones actuales y futuras de las bacteriocinas se extienden a los campos farmacéutico y médico, como frente a bacterias resistentes a múltiples fármacos, agentes anticancerígenos, antileishmaniales y antivirales, las bacteriocinas de mayor aplicación en alimentos son la nisina A, leucocin A, lactocina 705, enterocina 4 y enterocina, las investigaciones de nuevas bacteriocinas, están siendo realizadas mediante modificaciones de bioingeniería (Daba & Elkhateeb, 2020).

3.2.1 Modo de acción de las bacteriocinas

El modo de acción varía según el tipo de bacteriocinas, los receptores primarios de las bacteriocinas son los lípidos aniónicos, moléculas presentes en la membrana citoplasmática, la unión de las moléculas de bacteriocina provocan la formación de poros en la membrana que conduce a la salida de iones y otras moléculas de las células causando daños irreversibles y muerte de la célula (Johnson et al., 2018).

Figura 2

Modo de acción de las bacteriocinas



Nota. Modo de acción de las bacteriocinas frente a bacterias patógenas transmitidas por los alimentos. Tomado de Abdelhamid y El-DougDoug (2020)

Tabla 3*Clasificación de las Bacteriocinas*

Clasificación	Características	Subcategoría	Ejemplo
Clase I	Péptidos que contienen aminoácidos modificados (lantionina, β lantioninato)	Tipo A (moléculas lineales)	Nicina, subtilina, epidermina.
		Tipo B (moléculas globulares)	Mercacidina
Clase II	Clase heterogénea de péptidos termoestables pequeños	Subclase IIa (pediocina-antilisteria)	Pediocina, enterocina
		Subclase IIb (dos péptidos)	Sakacina
		Subclase IIc (otras bacteriocinas)	Plantaracina, lactacina F., Lactococina
		Subclase IIc.	Lacticina Q
Clase III	Péptidos grandes termolábiles	-	Helveticina J millericina B
Clase IV	Péptidos cíclicos*	-	Reutiricina 6
Clase V	Péptidos de estructura circular	-	Enterocina AS-48, gasicina A.

Nota. Tomado de Heredia-Castro et al. (2017).

3.2.2 Extracción de bacteriocinas y criterios de selección y seguridad de las bacteriocinas

Se han explorado que existen varios métodos de purificación, incluyendo desde un extracto crudo. La bacteriocina bruta de *L. brevis* DF01 (bacteriocina DF01) se aisló con modificaciones menores, *L. brevis* DF01 se cultivó en caldo MRS a 37 °C durante 24 h, y las células bacterianas se eliminaron por centrifugación a 13.000 rpm durante 15 min (4 °C), seguidamente se obtuvieron sobrenadantes libres de células (CFS) usando un filtro (0.2 μ m) y se agregó sulfato de amonio en el CFS hasta una saturación del 70% (p/v) para precipitar proteínas a 4 °C durante la noche, las proteínas precipitadas de centrifugación a 13.000 rpm durante 15 min (4 °C), se disolvieron en agua destilada y, posteriormente, se dializaron frente a agua destilada utilizando un tubo de diálisis (peso molecular 1.200) a 4 °C durante 24 h, y la bacteriocina bruta se mantuvo a -80 °C, hasta su uso.

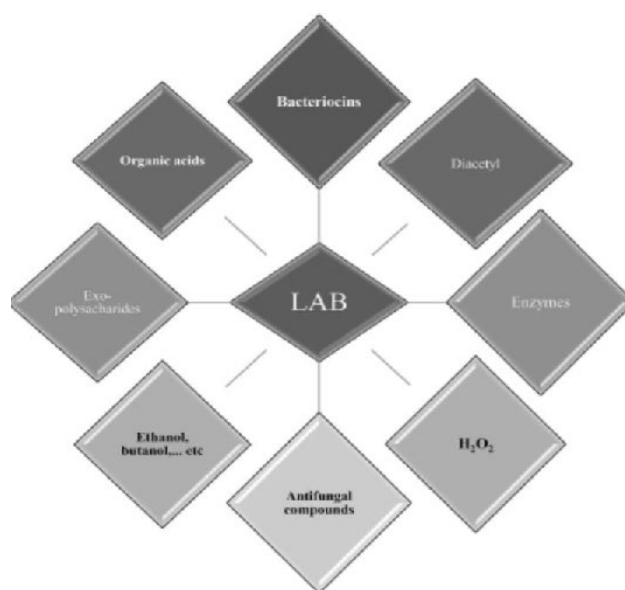
Para examinar la estabilidad térmica de la bacteriocina DF01, la bacteriocina se trató térmicamente a 0, 60, 80 o 100 °C durante 30 min (Kim et al., 2019). Se han establecido algunos criterios básicos para el uso de bacteriocinas (Johnson et al., 2018), como: a.Seguridad de los consumidores e inofensiva para los consumidores microflora intestinal, b.Amplio espectro antibacteriano de la bacteriocina contra el organismo que estropea los alimentos, c.Resistencia a las enzimas presentes en las matrices alimentarias y d.Estabilidad térmica y actividad en un amplio rango de pH y concentración de sal, para su inclusión en una amplia gama de sistemas de alimentos.

3.2.3 Evidencias antimicrobianas del tocosh

En la figura 3 se muestra la potencialidad de compuestos capaces de ser producidos por las BAL.

Figura 3

Principales Productos que Generan las Bacterias Ácido Lácticas



Nota. tomado de Daba y Elkhateeb (2020)

Cepas de *Lactobacilos*, aisladas de chicha y tocosh, demostraron ser eficaces para inhibir hongos toxigénicos y no toxigénicos, como *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, se presume que los agentes antimicrobianos sean bacteriocinas y otras moléculas antifúngicas, se identificó y cuantificó hasta 15 compuestos antimicrobianos con potencial como agentes antimicrobianos al inhibir

patógenos bacterianos transmitidos por los alimentos, demostraron no tener resistencias antibióticas y, por lo tanto, son adecuadas para aplicaciones alimentarias (Yépez et al., 2017).

La diversidad de bacterias del ácido láctico (BAL) asociadas con tocosh, entre ellas *Lactobacillus* (Lb), *Lb. sakei*, *Lb. casei*, *Lb. farciminis*, *Lb. Brevis* y *Lb. Fermentum*, se investigaron sus características biotecnológicas, varias de ellos presentaron capacidad de degradación de la amilasa y el fitato, producción de EPS y vitamina B del grupo B (riboflavina y folato), además actividad antibacteriana y capacidad de producción de aminas biogénicas (Jiménez et al., 2018).

3.3 Conservación de la carne

La carne fresca, contiene cantidad de agua suficiente, abundancia de proteínas y nutrientes esenciales y un pH favorable que promueven el crecimiento microbiano, principalmente bacterias que generan su descomposición, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Brochothrix thermosphacta*, *Moraxella*, *Enterobacter*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* y *Proteus* (degradan proteínas y lípidos), cambiando adversamente su aspecto, textura y sabor; adicionalmente, la carne es propensa a una contaminación con microorganismos patógenos, como, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni* termófilo, *Escherichia coli* O157: H7 enterohemorrágica, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum* anaerobio, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* (Woraprayote et al., 2016).

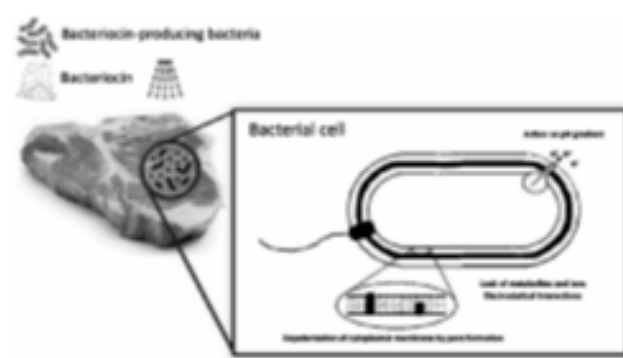
La carne y productos cárnicos son ricos en proteínas, pH 6,0 y A_w 0,945, proporcionan un entorno favorable para la proliferación de una variedad de microorganismos de descomposición, la disponibilidad de oxígeno en la carne a temperaturas de refrigeración permite el crecimiento de bacterias aerobias Gram-negativas, particularmente *Pseudomonas* y de *Carnobacterium*, *Lactobacilli* y *Leuconostoc* que predominan en condiciones anaeróbicas (Choyam et al., 2019).

Oliete et al. (2006) estudiaron la calidad de carne de ternera durante su maduración al vacío, donde el tiempo y método de almacenamiento son factores determinantes. Como control, se utilizó muestras de *Longissimus thoracis* un día después del sacrificio sin envasar, a los 7, 14 y 21 días, envasadas al vacío, se determinó el pH, color, contenido de pigmentos, capacidad de retención de agua y dureza a cada tiempo propuesto, demostrándose las cualidades del vacío.

Aunque las bacteriocinas tienen aplicaciones en muchos sistemas alimentarios, los alimentos no deben conservarse solo con bacteriocinas, sino como parte de un sistema de múltiples barreras como N_2 , CO_2 , bajas temperaturas, presión hidrostática o alta temperatura que incrementen la conservación de la carne, la nisina o su combinación con niveles más bajos de nitrato pueden prevenir el crecimiento de *Clostridium*, se determinó que cuanto menor es el contenido de grasa, mayor es la actividad de nisina en el sistema, también se observó que la nisina junto con el ácido láctico no tienen ventaja alguna (Cleveland et al., 2001). La carne, es considerada como una fuente importante de enfermedades entéricas humanas; por lo tanto, la seguridad microbiológica es una de las principales preocupaciones de riesgo en la industria cárnica y de alimentos (figura 4), se han aplicado diferentes procedimientos, incluida la adición de bacteriocinas como conservantes antagonistas proteicos, para inhibir e inactivar la contaminación microbiana y extender la vida útil de estos productos (Pilevar et al., 2020).

Figura 4

Actividad de las bacteriocinas en la conservación de carne



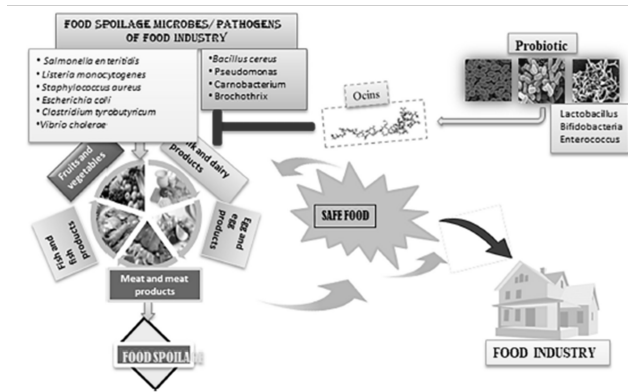
Nota. Tomado de Pilevar et al. (2020)

Las ocinas son péptidos o proteínas antimicrobianas producidas por especies y cepas bacterianas, su aplicación en la industria alimentaria (figura 5) incluye la producción ex situ e in situ por cepas ocinogénicas, la principal limitación de las ocinas en la industria alimentaria son los métodos de producción a nivel industrial (Choyam et al., 2019).

Se identificaron más de 100 BAL productoras de bacteriocinas y se identificaron los siguientes genes: *sapA* (curvacin A), *sppQ* (sakacin Q), *sppA* (sakacin P), *plnEF* (plantaricina EF), *plnA* (plantaricina A), *entA* (enterocina A), *entP* (enterocina P), *andentB* (enterocina B), se determinó el potencial de *L. sakei* y *E. faecium* como cultivos bioprotectores y controladores de *L. monocytogenes* en

carne cruda y productos cárnicos (Da Costa et al., 2019).

Figura 5
Industria Alimentaria y Microorganismos Deteriorantes y Patógenos



Nota. Influencia de las ocinas para generar seguridad alimentaria. Tomado de Choyam et al. (2019).

3.4 Bacteriocinas en la conservación de la carne

Las bacteriocinas en alimentos pueden incorporarse a un alimento para mejorar su seguridad: (1) utilizando una preparación purificada o semi purificada de bacteriocina como ingrediente alimentario, se incluye la adición directa en la fórmula alimentaria o inmersión en una solución que contiene el péptido (2) incorporación de un ingrediente previamente producido por un LAB productor de bacteriocina; o (3) mediante el uso de LAB productora de bacteriocinas como iniciador directamente en el producto para la producción in situ de bacteriocinas (Da Costa et al., 2019).

En la industria cárnica se ha demostrado que la Nisina, Enterocina AS-48, Enterocinas A y B, Sakacina, Leucocina A y especialmente Pediocina PA-1/AcH sola o en combinación con varios tratamientos fisicoquímicos como envasado en atmósfera modificada, alta presión hidrostática (HHP), conservantes térmicos y químicos son eficaces contra *L. monocytogenes* (Singh, 2018).

4 Discusión

La conservación de las carnes busca prevenir el deterioro y mantener las cualidades organolépticas de este, mediante 3 métodos: control de temperatura, reducción de la actividad del agua o el uso de aditivos químicos (Pal & Devrani, 2018).

El uso de sales, como cloruro de Sodio, Nitratos o Nitritos, son comúnmente utilizados debido al aumento

de la presión osmótica y disminución de la actividad del agua; además las sales de Nitrito son eficaces para controlar el color, lípidos u olor y al mismo tiempo proveer control sobre las bacterias anaerobias (Bravo, 2021).

Los procesos de control de temperatura siguen siendo altamente efectivos, pero no están exentos de interferir en las propiedades organolépticas; por otro lado, los aditivos alimentarios están demostrando efectos secundarios como el cáncer; aditivos como fosfatos en carnes están asociados a problemas de salud (Vásquez et al., 2009); además cabe resaltar los mecanismos de resistencia desarrollados por algunos microorganismos frente a mecanismos tradicionales, por ejemplo, *Micrococcus* muestra resistencia a altas concentraciones de sal (Mills et al., 2017). Por consiguiente, es de importancia reducir el uso de aditivos que se identifican como perjudiciales para la salud (Aguilar et al., 2019).

Por lo tanto, las bacteriocinas son moléculas candidatas para biopreservación de alimentos, dada su procedencia, actividad y amplio rango de aplicación, sin embargo, se encuentran diferencias puntuales entre el uso de una bacteriocina para un microorganismo específico, actualmente se vienen usando en combinación con nanopartículas de plata como un enfoque ecológico (Manna & Mondal, 2023).

Se propone bacteriocinas tales como nisina, leucocina A, pediocina, mesenterocina, con el objetivo de inhibir al bacilo Gram positivo *Listeria monocytogenes* mientras que autores (Barcenilla et al., 2022) proponen el uso de cepas no solo de origen lácteo sino también de vegetales fermentados y tracto gastrointestinal humano, en su estudio, no solo se observó una inhibición frente a *Listeria monocytogenes*, también se observó este fenómeno frente a *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp* y *Escherichia coli*, todos patógenos de transmisión alimentaria

La nisina es actualmente la única bacteriocina reconocida como GRAS por la FDA como conservante en alimentos, como sustentan (Sánchez et al., 2019), el efecto que tienen distintos factores fisicoquímicos sobre la actividad de una bacteriocina no solo tiene el fin de caracterizarla, sino también sirve para inferir su posible aplicación industrial, por ejemplo, las altas temperaturas y las amplias variaciones de pH son, entre otros, condiciones que debe resistir una bacteriocina para ser útil como potencial agente inhibidor de microorganismos no deseados.

5 Conclusiones

El tocosh es una buena fuente de bioactivos con actividad antimicrobiana, dentro de ellas, ácidos orgánicos, compuestos fenólicos, bacteriocinas e incluso enzimas que potencian sus posibilidades de uso como biopreservante.

Se recomienda realizar trabajos de purificación en el extracto libre de células y su actividad antimicrobiana a cada nivel. Finalmente se plantea un procedimiento ha-

ciendo uso de las BAL, de forma teórica en donde se espera pueda ser utilizado como base para futuras investigaciones que pretendan indagar en el campo de la nano y biotecnología en pro de aportar a la conservación de las carnes en la industria alimentaria.

Sugiriendo el protocolo de manera IN SITU con una mayor ventaja de aplicación ya que requiere menor costo tanto capital como en personal especializado, sin dejar de ser efectivo.

Referencias

- Abdelhamid, A. G., & El-Dougdoug, N. K. (2020). Controlling foodborne pathogens with natural antimicrobials by biological control and antivirulence strategies. *Heliyon*, 6(9), e05020. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05020>
- Aguilar, C. N., Ruiz, H. A., Rubio Rios, A., Chávez-González, M., Sepúlveda, L., Rodríguez-Jasso, R. M., Loredot-Treviño, A., Flores-Gallegos, A. C., Govea-Salas, M., & Ascacio-Valdes, J. A. (2019). Emerging strategies for the development of food industries. *Bioengineered*, 10(1), 522-537. <https://doi.org/10.1080/21655979.2019.1682109>
- Barcenilla, C., Ducic, M., López, M., Prieto, M., & Álvarez-Ordóñez, A. (2022). Application of lactic acid bacteria for the biopreservation of meat products: A systematic review. *Meat Science*, 183, 108661. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108661>
- Bravo, J. S. (2021). *Aislamiento y purificación de bacteriocinas a partir de lactobacillus plantarum para su uso como conservantes en carne de res* [bachelorThesis]. Universidad del Azuay. Consultado el 17 de enero de 2024, desde <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10459>
Accepted: 2021-01-13T16:06:25Z.
- Chiquiza-Montaño, L. N., Montoya, O. I., Restrepo, C., & Orozco-Sánchez, F. (2016). Estudio de la Microbiota del Proceso de Producción de Almidón Agrario de Yuca. *Información tecnológica*, 27(5), 03-14. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000500002>
- Choyam, S., Srivastava, A. K., Shin, J.-H., & Kammara, R. (2019). Ocins for Food Safety. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1736. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01736>
- Cleveland, J., Montville, T. J., Nes, I. F., & Chikindas, M. L. (2001). Bacteriocins: Safe, natural antimicrobials for food preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 71(1), 1-20. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00560-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00560-8)
- Da Costa, R. J., Voloski, F. L. S., Mondadori, R. G., Duval, E. H., & Fiorentini, Â. M. (2019). Preservation of Meat Products with Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria Isolated from Meat. *Journal of Food Quality*, 2019, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2019/4726510>
- Daba, G. M., & Elkhateeb, W. A. (2020). Bacteriocins of lactic acid bacteria as biotechnological tools in food and pharmaceuticals: Current applications and future prospects. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 28, 101750. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101750>
- Heredia-Castro, P. Y., Hernández Mendoza, A., González Córdova, A. F., & Vallejo Córdoba, B. (2017). Bacteriocinas de bacterias ácido lácticas: mecanismos de acción y actividad antimicrobiana contra patógenos en quesos. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 42(6), 340-346. Consultado el 17 de enero de 2024, desde <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6077466>
- Holzappel, W. H., & Wood, B. J. (Eds.). (2014, abril). *Lactic Acid Bacteria: Biodiversity and Taxonomy* (1ª ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118655252>
- Jiménez, E., Yépez, A., Pérez-Cataluña, A., Ramos Vásquez, E., Zúñiga Dávila, D., Vignolo, G., & Aznar, R. (2018). Exploring diversity and biotechnological potential of lactic acid bacteria from tocosh - traditional Peruvian

- fermented potatoes - by high throughput sequencing (HTS) and culturing. *LWT*, 87, 567-574. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.09.033>
- Johnson, E. M., Jung, D. Y.-G., Jin, D. Y.-Y., Jayabalan, D. R., Yang, D. S. H., & Suh, J. W. (2018). Bacteriocins as food preservatives: Challenges and emerging horizons. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(16), 2743-2767. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1340870>
- Kim, N.-N., Kim, W. J., & Kang, S.-S. (2019). Anti-biofilm effect of crude bacteriocin derived from *Lactobacillus brevis* DF01 on *Escherichia coli* and *Salmonella Typhimurium*. *Food Control*, 98, 274-280. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.004>
- Lechuga-Gilt, H., & Salas-Ramírez, H. I. (2013). Estudio Para La Instalación de Una Planta Productora de Mazamorra de Tocosha Con Maca, Quinua y Leche. *Ingeniería Industrial*, 0(031), 115. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2013.n031.15>
- Londoño, N. A., Taborda, M. T., López, C. A., & Acosta, L. V. (2015). Bacteriocinas producidas por bacterias ácido lácticas y su aplicación en la industria de alimentos. *Alimentos Hoy*, 23(36), 186. Consultado el 17 de enero de 2024, desde <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/356>
- Lopez, Y. Y. (2017). *Efecto inhibitorio in vitro de Solanum tuberosum (papa fermentada) comparado con vancomicina y oxacilina sobre cepas de Staphylococcus aureus* [Tesis doctoral, Universidad Privada Antenor Orrego]. Consultado el 17 de enero de 2024, desde <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2628>
Accepted: 2017-05-15T23:49:37Z.
- López-Cuellar, M. D. R., Rodríguez-Hernández, A.-I., & Chavarría-Hernández, N. (2016). LAB bacteriocin applications in the last decade. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 30(6), 1039-1050. <https://doi.org/10.1080/13102818.2016.1232605>
- Manna, A., & Mondal, R. (2023). Bacteriocin-mediated food preservation in conjugation with silver nanoparticles: A green approach. *Food Chemistry Advances*, 3, 100464. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100464>
- Mills, S., Ross, R. P., & Hill, C. (2017). Bacteriocins and bacteriophage; a narrow-minded approach to food and gut microbiology. *FEMS Microbiology Reviews*, 41(Supp_1), S129-S153. <https://doi.org/10.1093/femsre/fux022>
- Oliete, B., Moreno, T., Carballo, J. A., Monserrat, L., & Sánchez, L. (2006). Estudio de la calidad de la carne de ternera de raza rubia gallega a lo largo de la maduración al vacío. *Archivos de zootecnia*, 55(209), 3-14. Consultado el 17 de enero de 2024, desde <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1430380>
- Pal, M., & Devrani, M. (2018). Application of Various Techniques for Meat Preservation. *Journal of Experimental Food Chemistry*, 04(01). <https://doi.org/10.4172/2472-0542.1000134>
- Pesantes, P. P. (2015). *Efecto antibacteriano in vitro de solanum tuberosum (papa fermentada) en cepas de escherichia coli comparado con gentamicina y ceftriaxona* [Tesis doctoral, Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO]. Consultado el 17 de enero de 2024, desde <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/1562>
Accepted: 2016-06-23T20:55:30Z.
- Pilevar, Z., Hosseini, H., Beikzadeh, S., Khanniri, E., & Alizadeh, A. M. (2020). Application of Bacteriocins in Meat and Meat Products: An Update. *Current Nutrition & Food Science*, 16(2), 120-133. <https://doi.org/10.2174/1573401314666181001115605>
- Rojas-Padilla, C., & Vásquez-Villalobos, V. (2016). Phenolic Compounds with Antioxidant Capacity of the Native Andean Potato (*Solanum Tuberosum* L.) Huagalina Variety in La Libertad - Peru. *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 333-340. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.22>
- Sánchez, M. A., Salgado, M. T., San Miguel, Á., Pachón, J., Rodríguez, E., Pastor, R., & Cabrero, P. (2019). Nisina (N 234), aditivo utilizado como conservante en alimentos. *Gaceta médica de Bilbao: Revista oficial de la Academia de Ciencias Médicas de Bilbao. Información para profesionales sanitarios*, 116(4), 166-173. Consultado el 17 de enero de 2024, desde <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7183118>
- Sandoval, M. H., Tenorio, J., Tinco, A., Loli, R. A., & Calderón, S. (2015). Efecto Antioxidante y Citoprotector Del Tocosha de *Solanum Tuberosum* 'Papa' En La Mucosa Gástrica de Animales de Experimentación. *Anales de la Facultad de Medicina*, 76(1), 15. <https://doi.org/10.15381/anales.v76i1.11070>
- Singh, V. P. (2018). Recent Approaches in Food Bio-Preservation - a Review. *Open Veterinary Journal*, 8(1), 104. <https://doi.org/10.4314/ovj.v8i1.16>

- Vásquez, S. M., Suárez M, H., & Zapata B, S. (2009). Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. *Revista chilena de nutrición*, 36(1), 64-71. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182009000100007>
- Woraprayote, W., Malila, Y., Sorapukdee, S., Swetwivathana, A., Benjakul, S., & Visessanguan, W. (2016). Bacteriocins from lactic acid bacteria and their applications in meat and meat products. *Meat Science*, 120, 118-132. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.004>
- Yépez, A., Luz, C., Meca, G., Vignolo, G., Mañes, J., & Aznar, R. (2017). Biopreservation potential of lactic acid bacteria from Andean fermented food of vegetal origin. *Food Control*, 78, 393-400. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.03.009>