



DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD BIOCONSERVANTE DE *LACTOBACILLUS PLANTARUM* APLICADO EN MASA CRUDA DE CORVINA (*ARGYROSOMUS REGIUS*)

DETERMINATION OF THE BIOPRESERVATIVE CAPACITY OF *LACTOBACILLUS PLANTARUM* APPLIED TO RAW CORVINA (*ARGYROSOMUS REGIUS*) DOUGH



¹Alma Danitza Casas Rodríguez, ²Lida María Rada Anillo, ³Lisett Vanesa Wilches López

⁴Cristina Ramírez Toro, ⁵Diana Mantilla Escalante, ⁶Liliana Londoño Hernández

⁷Andrea Vásquez García

^{1,2,3,4,5,6,7}Universidad Autónoma de Coahuila, México / Universidad Nacional Abierta y a Distancia / Universidad San Buenaventura / Universidad del Valle, Colombia

Recibido: 15/05/2024 Aprobado 20/10/2024

RESUMEN

La bioconservación con bacterias ácido-lácticas es una alternativa para la conservación de productos derivados pesqueros; en este sentido, es importante conocer las condiciones de proceso que permitan a los microorganismos lácticos realizar su función biológica. Por tal razón, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto bioconservador de *Lactobacillus plantarum* en masas crudas de corvina (*Argyrosomus regius*) para la elaboración de embutidos. Inicialmente, se realizaron pruebas de caracterización fisicoquímicas de *L. plantarum* (SB17), como resistencia a diferentes temperaturas (50, 60, 70 y 80 °C), pH (3, 4, 5, y 6), concentraciones de sal y sales de nitró (30, 60, 80 y 100 ppm). Posteriormente, se estandarizó la formulación de la masa de pescado con la inclusión de *L. plantarum* con proporciones de 0,25, 0,5, 0,75 y 1, y se evaluó la estabilidad de las masas durante 8 días de conservación. Los resultados de la caracterización mostraron que *L. plantarum* (SB17) es resistente a bajas temperaturas, tolera un pH entre 5 y 6 y en cuanto a sal y sales de nitró es resistente a concentraciones hasta de 100 ppm. Así mismo, se encontró una reducción significativa del número más probable (NMP) en las masas

Citación: Vasquez Garcia, A., Londoño Hernandez, L., Casas Rodríguez, A. D., Rada Anillo, L. M., Wilches López, L. V., Ramírez Toro, C., & Mantilla Escalante, D. (2024). Determinación de la capacidad bioconservante de *Lactobacillus plantarum* aplicado en masa cruda de corvina (*Argyrosomus regius*). *Publicaciones E Investigación*, 18(3). <https://doi.org/10.22490/25394088.8246>

¹danitza.casas@uadec.edu.mx / <https://orcid.org/0009-0007-6426-6763>

²lidam2500@gmail.com / <https://orcid.org/0000-0003-0939-2680>

³director.bacteriologia@usbctg.edu.co / <https://orcid.org/0000-0001-5121-8171>

⁴cristina.ramirez@correounivalle.edu.co / <https://orcid.org/0000-0001-9762-5100>

⁵diana.mantilla@unad.edu.co / <https://orcid.org/0000-0001-5520-827X>

⁶liliana.londono@unad.edu.co / <https://orcid.org/0000-0002-5288-5272>

⁷andrea.vasquez@unad.edu.co / <https://orcid.org/0000-0002-6387-3269>

elaboradas con inclusión de *L. plantarum* (SB17) durante el almacenamiento. En conclusión, *L. plantarum* demostró ser efectiva como bioconservante en la masa de pescado *Argyrosomus regius*.

Palabras clave: bacterias ácido lácticas, biotecnología, pescado, vida útil.

ABSTRACT

*Biopreservation with lactic acid bacteria is an alternative for the preservation of fishery products; in this sense, it is important to know the process conditions that allow lactic microorganisms to perform their biological function. For this reason, the aim of this research was to evaluate the biopreserving effect of *Lactobacillus plantarum* in raw masses of sea bass (*Argyrosomus regius*) for the preparation of sausages. Initially, physicochemical characterization tests of *L. plantarum* (SB17) were carried out, such as resistance to different temperatures (50, 60, 70 and 80 °C), pH (3, 4, 5, and 6), salt concentrations and nitro salts (30, 60, 80 and 100 ppm). Subsequently, the fish mass formulation was standardized with the inclusion of *L. plantarum* with proportions of 0.25, 0.5, 0.75 and 1, and the stability of the masses was evaluated during 8 days of storage. The results of the characterization showed that *L. plantarum* (SB17) is resistant to low temperatures, tolerates a pH between 5 and 6 and is resistant to salt and nitro salts at concentrations of up to 100 ppm. Likewise, a significant reduction of the Most Probable Number (MPN) was found in the masses elaborated with the inclusion of *L. plantarum* (SB17) during storage. In conclusion, *L. plantarum* proved to be effective as a biopreservative in *Argyrosomus regius* fish mass.*

Keywords: lactic acid bacteria, biotechnology, fish, shelf life.



1. INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria ha creado sistemas de conservación para generar productos seguros y de calidad. Dentro de estos productos, la carne de pescado es uno de los alimentos que requieren mayor vigilancia (Hicks, 2016). Durante años se han utilizado los conservantes químicos para preservación de los alimentos, pero estos han demostrado ser un riesgo para la salud pública (Angiolillo *et al.*, 2014). Esto ha generado una tendencia hacia el consumo de alimentos saludables que contengan conservantes naturales (Mesías *et al.*, 2021).

En medio de este panorama, se ha incrementado la investigación sobre nuevas técnicas de conservación, incluidos procesos biotecnológicos que utilizan microorganismos vivos o sustancias producidas por estos a través de técnicas de bioconservación (Reyes-Reyes *et al.*, 2022). Dentro de estos tratamientos se incluyen las bacterias ácido-lácticas (BAL) (Zapašnik *et al.*, 2022).

Las BAL pueden producir diversos compuestos antimicrobianos, incluyendo ácido láctico, ácido acético, bacteriocinas, entre otros, que se pueden utilizar para controlar los microorganismos patógenos y el deterioro de los alimentos (Ibrahim *et al.*, 2021). Sin embargo, la actividad antimicrobiana de las BAL depende principalmente del genotipo y el origen de la cepa, así como de factores ambientales. Las cepas de BAL que se producen naturalmente en ambientes extremos pueden tener una importante actividad antimicrobiana y por lo tanto pueden ser eficaces como bioconservantes (Abouloifa *et al.*, 2021).

Las BAL son utilizadas en la industria alimentaria por su capacidad para producir compuestos antimicrobianos como bacteriocinas. Hasta la fecha, algunos exopolisacáridos péptidos antimicrobianos y sustancias inhibidoras similares a la bacteriocina producidos

por las BAL, han mostrado beneficios potenciales para la salud, como un valor nutricional mejorado, control de infecciones intestinales e inhibición de bacterias patógenas (Nebbia *et al.*, 2021).

L. plantarum es una de las BAL más importantes utilizadas para la producción de productos cárnicos mediante diferentes procesos biotecnológicos. También son utilizadas en la elaboración de alimentos en beneficio de la salud de los consumidores (Le *et al.*, 2019). Tiene múltiples usos como preservante natural, acelerador en procesos fermentativos y probióticos (Jurado-Gámez *et al.*, 2017), asimismo se ha comprobado que el género *L. plantarum* poseen un efecto inhibidor sobre las bacterias patógenas como la *E. coli*. Un ejemplo de ello es el sector de la pesca, en donde las BAL son utilizadas para la producción de ensilado de pescado mediante la bioconversión de los residuos pesqueros, siendo esta una ruta que ofrece numerosas ventajas como método de preservación, permitiendo la recuperación del valor agregado de subproductos tales como quitina, proteínas y pigmentos, los cuales tienen un extenso mercado (Agudelo *et al.*, 2010). No obstante, los efectos de bioconservación del *L. plantarum* escasamente se han probado en productos a base de pescado. Teniendo en cuenta lo anterior, en el presente estudio se evaluó la capacidad bioconservante de *L. plantarum* aplicado en masa cruda de pescado corvina (*Argyrosomus regius*).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico: las cepas de *Lactobacillus plantarum* y *Escherichia coli* fueron suministradas por el laboratorio de Microbiología y Biotecnología Aplicada MIBIA de la Universidad del Valle (Cali-Colombia). Estas cepas fueron criopreservadas en viales con glicerol al 26 % a una temperatura de -20 °C. Fueron mantenidas y reactivadas mediante subcultivos sucesivos en caldo infusión cerebro corazón (BHI) para *E. coli* y MRS (Scharlau - España) para *L. plantarum*. Ambas cepas se clasificaron según la forma, elevación, margen y coloración Gram.

La cepa láctica se inoculó en caldo MRS durante 24 h a 35 °C, luego de verificar su crecimiento y las características anteriores. *E. coli* se inoculó en caldo BHI por 48 h a 35 °C para su uso.

Materia prima para las masas: el pescado corvina (*Argyrosomus regius*) fue comprado en un mercado de la ciudad de Palmira, Valle del Cauca, transportado al laboratorio Multiusuario de Microbiología de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD en cajas de icopor con hielo para su procesamiento.

Pruebas de viabilidad frente a condiciones fisicoquímicas: fueron realizadas de acuerdo con método de (Franco García 2019). Inicialmente, se sembró *L. plantarum* (SB17), en caldo MRS (Scharlau - España) por 24 h a 35 °C, pasado este tiempo se estandarizó la concentración de 10⁶UFC/mL en escala de McFarland, esa concentración fue empleada para todas las pruebas fisicoquímicas.

Para todas las pruebas fisicoquímicas se evaluó la viabilidad, por el método de diluciones sucesivas; para los recuentos de viabilidad se tomó 1 mL de *L. plantarum* (SB17) cultivada en caldo MRS. Se hicieron diluciones en agua peptonada (PanReac, España) hasta 10⁻⁶, de las tres últimas diluciones se sembraron por duplicado, 100 µL en la superficie de las respectivas cajas de medio agar MRS con azul de anilina 0,3 % y se homogenizó con perlas de vidrio. Los cultivos se incubaron a 35 °C durante 48 h, se consideraron los UFC/mL entre 30 y 300 colonias.

Resistencia a temperaturas: *L. plantarum* (SB17), se sometió a diferentes temperaturas 50, 60, 70 y 80 °C por media hora, que corresponde al tiempo de pasteurización de los productos terminados.

Tolerancia diferentes concentraciones de pH: se evaluó la tolerancia de *L. plantarum* (SB17) a diferentes valores de pH en caldo MRS con el pH modificando a 3, 4, 5 y 6, este se incubó a 35 °C por 24 h.

Tolerancia de las BAL a diferentes concentraciones de sal (NaCl): *L. plantarum* (SB17), se sembró en caldo

MRS modificado con sal (NaCl) al 30, 60, 80 y 100 ppm durante 48 h a 35 °C.

Tolerancia de las BAL a diferentes concentraciones de sal de nitrato y nitrato: L. plantarum (SB17), se sembró en caldo MRS modificado con sales de nitrato al 30, 60, 80 y 100 ppm, por 48 h a 35 °C.

Tolerancia de E. coli a diferentes concentraciones de sales de nitrato: Escherichia coli (ATCC 25922), se sembró en caldo Brain Heart Infusión (BHI) (Sigma Aldrich

- Alemania) modificado con sales de nitrato al 30, 60, 80 y 100 ppm, por 48 h a 35 °C.

Formulación de masa de pescado: una vez caracterizadas fisicoquímicamente las cepas, se realizó la formulación de las masas de pescado para la elaboración de embutidos de acuerdo con la concentración de materia prima e insumos presentada en la Tabla 1. Se estandarizó en la formulación de la masa de pescado la inclusión de *L. plantarum* con proporciones de 0,25, 0,5, 0,75 y 1 %.

Tabla 1.
Formulación de masa cruda de pescado corvina (*Argyrosomus regius*)

Componente	Porcentaje (%)	Masa (g)	Masa (g)
Pasta base de pescado	65,3	1306	3
Harina	5	100	0,23
Sal	0,8	16	0,04
Aceite vegetal	10	200	0,46
Colorante	0,2	4	0,01
Condimento	0,8	16	0,04
Ácido ascórbico o ascorbato	0,03	0,6	0
Nitral	0,4	8	0,02
Polifosfato	0,3	6	0,01
Nuez moscada	0,05	1	0
Ajo en polvo	0,5	10	0,02
Humo líquido	0,1	2	0
Canela en polvo	0,25	5	0,01
Pimienta	0,27	5,4	0,01
Hielo	16	320	0,74
Total	100	2000	4,59

Estabilidad microbiológica de la masa cruda: se evaluó durante un período de 0 a 8 días, midiendo la concentración final de *L. plantarum* y *E. coli* mediante diluciones sucesivas y por el método del número más probable (NMP) de coliformes totales.

Concentración inicial y final de L. plantarum (SB17): se tomaron 10 gramos de la masa cruda de

pescado y fueron diluidos en 90 mL de agua peptonada, a partir de esta dilución, se hicieron diluciones en agua peptonada (PanReac, España) hasta 10^{-3} , 100 μ L en la superficie de las respectivas cajas de medio agar MRS con azul de anilina 0,3 % y se homogenizó con perlas de vidrio. Los cultivos se incubaron a 35 °C durante 48 h, se consideraron los UFC/mL entre 30 y 300 colonias.

*Concentración inicial y final de *E. coli*:* 100 µL de las diluciones realizadas anteriormente, fueron sembradas en la superficie de cajas de medio agar EMB y se homogenizó con perlas de vidrio. Los cultivos se incubaron a 35 °C durante 48 h, se consideraron los UFC/mL entre 30 y 300 colonias.

Número más probable (NMP) de coliformes totales: se determinó como se describe en la cuarta edición del *Compendio de Métodos para el Examen Microbiológico de Alimentos* (APHA, 2001). Los niveles se calcularon utilizando las tablas MPN descritas en el *Manual Analítico Bacteriológico*.

Análisis estadístico: para evaluar el efecto conservante de la bacteria ácido láctica se utilizó un diseño experimental factorial de mezclas simple con 2 componentes, sal de nitrógeno y *L. plantarum* en dos niveles

(inferior 0, superior 1) y con 3 réplicas. El nivel superior para la sal de nitrógeno fue de 40 mg/L y para la *L. plantarum* del 10 % p/p. Se utilizaron dos controles, un control positivo sin sal de nitrógeno, Sin *L. plantarum* y contaminado con *E. coli* y un control negativo sin sal de nitrógeno y sin *L. plantarum*. Como variable respuesta se utilizó la concentración final *L. plantarum*, *E. coli* y el NMP.

3. DESARROLLO

De acuerdo con los resultados de la Tabla 2, a la temperatura mínima de exposición de 50 °C, se observa ausencia de bacterias de las disoluciones de 10^4 y 10^5 . Sin embargo, a la disolución de 10^6 se reportó el valor más alto. Generalmente, la temperatura de trabajo óptima para las BAL es de 35 °C.

Tabla 2.
Resistencia de *L. plantarum* (SB17) a diferentes valores de temperatura y pH

Dilución	Temperatura °C				pH			
	50	60	70	80	3	4	5	6
104	N/C	1,00E+04	6,28E+04	3,33E+03	6,67E+03	N/C	N/C	N/C
105	N/C	3,89E+04	7,78E+04	1,11E+04	7,11E+05	1,30E+06	2,02E+06	N/C
106	1,38E+07	N/A	2,67E+06	2,22E+05	2,33E+06	2,28E+06	7,78E+06	2,00E+07

Los datos están expresados en UFC/ml, corresponde a las medias de cada dilución. NC: no contable.

Como se indica en la Tabla 2, el pH evaluado fue entre 3 y 6. Según la literatura el pH óptimo para el crecimiento del *L. plantarum* (SB17) es entre 6 y 7. De acuerdo con los datos obtenidos, la mayor cantidad de bacterias se dio en entre el pH de 5 a 6 en una dilución de 10^6 .

Los datos reportan que *L. plantarum* puede resistir hasta concentraciones de sal de nitrógeno entre 30 y 100 ppm en disoluciones de 10^6 (Tabla 3). Aunque en este estudio se pretende evaluar la resistencia de *L. plantarum* (SB17) a las sales de nitrógeno por su presencia en los productos cárnicos, también se añade que esta bacteria puede tener efectos de consumo de sales de nitrógeno.

Tabla 3.

Análisis de resistencia de *L. plantarum* a sales de nitró y sal; resistencia de *E. coli* a sales de nitró

	Dilución	Concentración de sales de nitró (ppm)			
		30	60	80	100
		104	N/C	N/C	N/C
L. plantarum (SB17)	105	N/C	N/C	N/C	N/C
	106	1,61E+07	N/C	N/C	1,04E+07
	Dilución	Concentración de sal (%)			
		30	60	80	100
		104	N/C	N/C	N/C
	105	N/C	N/C	N/C	N/C
	106	N/C	1,14E+07	N/C	N/C
E. coli	Dilución	Concentración de sales de nitró (ppm)			
		30	60	80	100
		104	N/C	N/C	N/C
	105	N/C	N/C	N/C	N/C
	106	N/C	N/C	N/C	N/C

Los datos están expresados en UFC/ml, corresponde a las medias de cada dilución. NC: no contable.

De acuerdo con los datos de análisis de resistencia de *Lactobacillus* a las sales (Tabla 3), la única condición que reporta resistencia es la concentración de 60 ppm a una dilución de 10^6 . Por lo tanto, se tendrá en cuenta en la formulación del producto un máximo de 60 ppm.

Si bien es importante la adición de sales de nitró para garantizar la vida útil del producto, por otro lado, estas sustancias pueden provocar enfermedades como cáncer, por lo tanto, se hace necesario encontrar nuevas formulaciones que incluyan las BAL con efecto

antimicrobiano y de esta forma se puedan reducir los niveles de sales de nitró.

El análisis microbiológico de crecimiento de *L. plantarum* (SB17) entre 0 y 8 días no reportó diferencias significativas para cada una de las proporciones en que fueron añadidas las bacterias y la sal de nitró (Tabla 4). Sin embargo, existe una tendencia crecimiento en la dilución 10^3 para el día 0, lo contrario al día 8 en el que la dilución de 10^2 tiene mayor cantidad de *L. plantarum*.

Tabla 4.
Ánalisis microbiológico del crecimiento de *L. plantarum* (SB17) y *E. coli*

L. plantarum (SB17)	Sal de nitró	Dilución en <i>L. plantarum</i> (SB17)				p	
		día 0		día 8			
		10 ²	10 ³	10 ²	10 ³		
Control -	Control -	167,00	1330,00	222,00	239,00		
Control +	Control +	356,00	222,00	1850,00	378,00		
1	0	168,40	7687,67	1680,00	400,00	0,3256	
0,75	0,25	813,40	8370,00	1715,50	690,33	0,4873	
0,5	0,5	667,33	11346,67	819,00	1136,23	0,1615	
0,25	0,75	157,33	5462,33	984,00	220,33	0,0693	
0	1	507,33	6953,33	326,07	51,97	0,1293	
L. plantarum (SB17)	Sal de nitró	Dilución en <i>E. coli</i>					
		día 0		día 8	día 0	día 8	
		10 ²	10 ³	10 ²	10 ³	10 ²	
Control -	Control -	2680,00	17900,00	N/C	N/C		
Control +	Control +	617,00	222,00	N/A	1330,00		
1	0	1044,73	7687,67	810,00	17333,33	0,0513	
0,75	0,25	570,00	5580,00	773,33	15966,67	0,0267	
0,5	0,5	1896,67	11346,67	546,33	832,33	0,1735	
0,25	0,75	1655,33	5462,33	390,67	1165,33	0,131	
0	1	1976,67	6953,33	667,67	2870,00	0,3682	

Los datos están expresados en UFC/ml, corresponde a las medias de cada dilución.
 Los valores de p< 0.05 se consideran estadísticamente significativos. NA: no aplica.

En la Tabla 4, los datos demuestran que en mayores concentraciones de *L. plantarum* inhibieron el crecimiento en la *E. coli* a los 8 días del tratamiento. Sin embargo, en la proporción de 0.75/0.25 reportó una diferencia significativa de p= 0,0267, esto se debe al incremento de *E. coli* por el bajo contenido de sales de nitró. Algunos estudios han demostrado la acción bactericida de *L. plantarum* frente a *E. coli* y destacan que su acción se debe a la reducción del pH, producción de ácidos orgánicos, producción de bacteriocinas y buena capacidad de adherencia a la mucosa intestinal que le permite competir por espacio.

*Los resultados del efecto inhibidor de *L. plantarum* (SB17) sobre los coliformes totales se pueden observar en la Tabla 5, no reportan diferencias entre el día 0 y el día 8 debido al tratamiento.*

4. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados de la resistencia de *L. plantarum* (SB17) a diferentes valores de temperatura y pH. Las condiciones de trabajo probablemente afectaron el desarrollo del microorganismo, ya que los valores

se encuentran por encima de los óptimos reportados en algunas investigaciones las cuales establecen una temperatura óptima de 37 °C y un pH óptimo entre 6 y 7 para *L. plantarum*. Por, tanto, las condiciones del ensayo el metabolismo celular tiende a volverse más lento (Franco García, 2019). En comparación con los resultados del estudio de Jordan & Cogan (1999), se demuestra la termorresistencia de otras bacterias del género *Lactobacillus* tales *L. plantarum*. Estas mostraron muy poca reducción en el número de células incluso después de 2 horas y 15 minutos al tratamiento térmico a 55 y 60 °C, respectivamente. Por otra parte, según Victoria León *et al.* (2006) consideraron en su estudio como cepas termorresistentes a todas aquellas que presentaran un crecimiento abundante igual o mayor que 300 UFC/mL a un tratamiento térmico a diferentes temperaturas (50, 60 y 70 °C), durante 30, 45 y 60 min.

En el caso de la resistencia de *L. plantarum* a sales de nitró y sal; resistencia de *E. coli* a sales de nitró. Según el estudio realizado por Jiang *et al.* (2021), *L. plantarum* JBA-3 es un nuevo tipo de bacteria del ácido láctico que puede degradar el nitrato y producir nitrito reductasa. Los resultados mostraron que el mejor efecto de degradación del nitrato se obtuvo bajo las condiciones de 9 % de inóculo, 5 % de salinidad y 30 °C. Según Yao *et al.* (2020), diferentes cepas de *L. plantarum* como la D31 y la T9 son capaces de resistir la alta presión osmótica provocada por el NaCl, hasta en un 8,0 % de concentración.

El análisis microbiológico del crecimiento de *L. plantarum* (SB17) permite determinar la fase exponencial de crecimiento de la cepa, lo que se puede traducir en el tiempo adecuado para obtener el mayor inóculo de la cepa láctica para posteriores estudios y el tiempo más adecuado para su producción en forma industrial (Yimin *et al.*, 1999).

*A partir de los resultados del efecto inhibidor de *L. plantarum* (SB17) sobre los coliformes totales se conoce que el *L. plantarum* MB 456 es capaz de inhibir todas las cepas de coliformes según el método de formación de halo (Savino *et al.*, 2011).*

5. CONCLUSIONES

L. plantarum (SB17) demostró ser efectivo como bioconservante en la masa de pescado corvina (*Argyrosomus regius*). Estos resultados sugieren que *L. plantarum* (SB17) podría ser utilizado en la industria alimentaria para mejorar la seguridad y la calidad de los productos a base de pescado. Sin embargo, es necesario realizar más investigaciones para determinar las mejores condiciones de aplicación y evaluar la viabilidad económica de su uso a gran escala.

REFERENCIAS

- Abouloifa, H., Gaamouche, S., Rokni, Y., Hasnaoui, I., Bellaouchi, R., Ghabbour, N., Karboune, S., Brasca, M., D'Hallewin, G., Ben Salah, R. *et al.* (2021). Antifungal activity of probiotic *Lactobacillus* strains isolated from natural fermented green olives and their application as food bio-preserved. *Biological Control* 152, 104450.
- Agudelo, C., Ortega, R., & Hoyos, J. L. (2010). Determinación de parámetros cinéticos de dos inóculos lácticos: *Lactobacillus plantarum* A6 y bacterias ácido lácticas de yogur. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 8(2), 08-16.
- Angiolillo, L., Conte, A., Del Nobile, M. A. (2014). Food Additives: Natural Preservatives. *Encyclopedia of Food Safety*, . 2, 474-476.
- APHA (2001). *Métodos para el examen microbiológico de alimentos.* APHA.
- Franco García, S. L. (2019). *Aislamiento y caracterización de bacterias ácido-lácticas nativas como potencial uso en la preservación de productos cárnicos.* (Trabajo de grado). Universidad del Valle. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/9f073cf1-7723-45c3-8753-321f1d943153>
- Jiang, J., Li, N., Wang, W., Xie, R., Qiao, Y., Wang, F., Zhang, C., Jiang, J., Li, N., Wang, W., *et al.* (2021). Screening and Characterization of Nitrite Degrading *Lactobacillus plantarum* in Chinese Traditional Pickles. *Food and Nutrition Sciences*, 12(12), 1287-1298.
- Jordan, K. J., & Cogan, T. M. (1999). Heat resistance of *Lactobacillus* spp. isolated from Cheddar cheese. *Letters in Applied Microbiology*, 29, 136-140.
- Jurado-Gámez, H., Jarrín-Jarrín, V., Bustamante-Melo, J. (2017). Efecto bioconservante del sobrenadante de *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus lactis* en lomo de cerdo (*Longissimus dorsi*). *Revista de Medicina Veterinaria*, 1, 159-173.
- Hicks, D. T. (2016). Seafood Safety and Quality: The Consumer's Role. *Foods* 5, 1-11.

Ibrahim, S. A., Ayivi, R. D., Zimmerman, T., Siddiqui, S. A., Al-temimi, A. B., Fidan, H., Esatbeyoglu, T., Bakhshayesh, R. V. (2021). Lactic Acid Bacteria as Antimicrobial Agents: Food Safety and Microbial Food Spoilage Prevention. *Foods*, 10(12), 3131.

Le, N.T.T., Bach, L.G., Nguyen, D.C., Le, T.H.X., Pham, K.H., Nguyen, D.H., Thi, T.T.H. (2019). Evaluation of Factors Affecting Antimicrobial Activity of Bacteriocin from *Lactobacillus plantarum* Microencapsulated in Alginate-Gelatin Capsules and Its Application on Pork Meat as a Bio-Preservative. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 1017.

Mesías, F.J., Martín, A. & Hernández, A. (2021). Consumers' growing appetite for natural foods: Perceptions towards the use of natural preservatives in fresh fruit. *Food Research International* 150, 110749.

Nebbia, S., Lamberti, C., Lo Bianco, G., Cirrincione, S., Larouette, V., Cocaign-Bousquet, M., Cavallarin, L., Giuffrida, M. G. & Pessone, E. (2021). Antimicrobial Potential of Food Lactic Acid Bacteria: Bioactive Peptide Decrypting from Caseins and Bacteriocin Production. *Microorganisms* 9, 1-19.

Reyes-Reyes, A. L., Valero Barranco, F. & Sandoval, G. (2022). Recent Advances in Lipases and Their Applications in the Food and Nutraceutical Industry. *Catalysts*, 12(9), 960.

Savino, F., Cordisco, L., Tarasco, V., Locatelli, E., Di Gioia, D., Oggero, R. & Matteuzzi, D. (2011). Antagonistic effect of *Lactobacillus* strains against gas-producing coliforms isolated from colicky infants. *BMC Microbiology*, 11, 157.

Victoria León, T., Totosaus, A., Guerrero, I. & Pérez Chabela M. L. (2006). Efecto de bacterias ácido lácticas termoresistentes en salchichas cocidas. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 5(2), 135-141.

Yao, W., Yang, L., Shao, Z., Xie, L., Chen, L. (2020). Identification of salt tolerance-related genes of *Lactobacillus plantarum* D31 and T9 strains by genomic analysis. *Annals of Microbiology*, 70(1), 1-14.

Yimin, C., Suyanandana, P., Saman, P. & Benno, Y. (1999). Classification and characterization of lactic acid bacteria isolated from the intestines of common carp and freshwater prawns. *The Journal Of General Applied Microbiology*, 45(4), 177-184.

Zapański, A., Sokołowska, B. & Bryła, M. (2022). Role of Lactic Acid Bacteria in Food Preservation and Safety. *Foods*, 11(9), 1283.