

BIOCONSERVATION, FOOD AND FISH

BIOCONSERVACIÓN, ALIMENTOS Y PESCADO

Cortés-Sánchez, A. De J.^{1*}; Díaz-Ramírez, M.²; Salgado-Cruz, Ma. De la P.³

¹Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Unidad Nayarit del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (UNCIBNOR+). Calle Dos No. 23. Cd. del Conocimiento. Av. Emilio M. González. Cd. Industrial. C.P. 63173. Tepic, Nayarit, México. ²Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma, Departamento de Ciencias de la Alimentación. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Av. Hidalgo Poniente 46, Col. La Estación, Lerma de Villada, Estado de México. 52006. México. ³Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Av. Wilfrido Massieu, Esq. Calzada Miguel Stampa s/n, Del. Gustavo A. Madero 07738 Ciudad de México, México.

*Autor de correspondencia: alecortes_1@hotmail.com

ABSTRACT

Objective: The aim of this work was to present general information regarding foodborne diseases (FDs) and bio-preservation processes with lactic acid bacteria (LAB) and their metabolites as alternative to increase the shelf life, safety, sensory and nutritional properties of foods, focusing on products such as fish.

Methodology: For the development of this document, a search and analysis of pertinent information was carried out in different scientific and academic databases such as Scielo, Scopus, Latindex, Redalyc, Google Scholar, among others.

Results: In recent years, the trend towards consumption of natural foods, free of chemicals and minimally processed, has developed. For these purposes, the role of LAB in the generation, conservation, and safety of foods through their growth and production of bioactive metabolites has been demonstrated.

Implications: Bioconservation of foods by LAB and / or their metabolites is still under study and requires more research on stability and effectiveness in different food production processes; its use should be complemented and does not substitute hygiene procedures in food processing.

Conclusions: FDs are a relevant issue in public health around the world due to their incidence and mortality. Fish is considered to be a nutritious and perishable food with easy contamination and deterioration in the food chain, becoming a potential risk to consumer health. In view of this, LAB emerge as representatives in the production and bio-preservation of foods, contributing to sensory, nutritional and safety properties.

Key words: LAB, fish, bioconservation, processing, food safety.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 11, noviembre. 2018. pp: 11-16.

Recibido: septiembre, 2018. **Aceptado:** octubre, 2018.



RESUMEN

Objetivo: Presentar de manera general información referente a las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) y procesos de bioconservación con bacterias ácido lácticas (BAL) y sus metabolitos como medidas alternativas para incrementar vida de anaquel, inocuidad, propiedades sensoriales y nutricionales de los alimentos haciendo un enfoque a productos como el pescado.

Metodología: Para el desarrollo del presente documento se realizó la búsqueda y análisis de información pertinente en diferentes bases de datos científicas y académicas como Scielo, Scopus, Latindex, Redalyc, Google Académico entre otras.

Resultados: En los últimos años se ha generado la tendencia al consumo de alimentos naturales libres de químicos y mínimamente procesados. Para tales fines se ha demostrado la función de las BAL en la generación, conservación, e inocuidad de los alimentos a través de su crecimiento y producción de metabolitos bioactivos. Implicaciones: La bioconservación de alimentos por BAL y/o sus metabolitos aún continua en estudio y requiere mayor investigación sobre la estabilidad y efectividad en distintos procesos de producción de alimentos; su uso deberá ser complementado y no sustituto de procedimientos de higiene en la elaboración de alimentos.

Conclusiones: Las ETA son tema relevante en salud pública alrededor del mundo debido a su incidencia y mortalidad. El pescado es considerado un alimento nutritivo y perecedero de fácil contaminación y deterioro en la cadena alimentaria convirtiéndose en un potencial riesgo a la salud del consumidor. Ante esto las BAL surgen como representantes en la producción y bioconservación de alimentos, contribuyendo en las propiedades sensoriales, nutricionales e inocuas.

Palabras clave: BAL, pescado, bioconservación, procesamiento, inocuidad

mediante la aplicación de diversos sistemas de control que aseguren la ausencia de microorganismos patógenos en el ambiente alimentario (García *et al.*, 2010). El presente artículo muestra información referente a las ETA y el proceso de bioconservación a través del uso de BAL, y metabolitos como medidas alternativas para incrementar la vida de anaquel, calidad higiénica, propiedades sensoriales y nutricionales de los alimentos con un enfoque en pescado y derivados.

Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA).

Las ETA se definen como aquellas enfermedades derivadas de la ingestión de agua y alimentos infectados con contaminantes en cantidades suficientes para afectar la salud del consumidor (Koopers *et al.*, 2009; García *et al.*, 2012). Son consideradas como un problema a nivel mundial desde el ámbito social, tecnológico, económico, cultural y político (Koopers *et al.*, 2009) y se han descrito más de 250 agentes causales, donde se involucran agentes físicos, químicos y biológicos siendo estos últimos los relacionados con mayor frecuencia en brotes, tales como la *Salmonella* spp., *Clostridium* spp., *L. monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter* spp., *Shigella* spp., *Vibrio* spp., y *E. coli* (Fuente y Barboza, 2010; García *et al.*, 2012). Su afectación más común es en el sistema gastrointestinal, y se estima que una de cada 10 personas las padece, reportando alrededor de 420,000 muertes (una tercera parte son infantes) anuales alrededor del mundo (WHO, 2018). La incidencia de ETA ha ido en ascenso en los últimos años, factores como cambios en los hábitos alimentarios de la población, la globalización del mercado, el desarrollo

INTRODUCCIÓN

La calidad nutricional y la inocuidad de los alimentos durante toda la cadena alimentaria (desde el campo hasta la mesa del consumidor) son considerados factores significativos que impactan en la salud y calidad de vida de la población (Koopers *et al.*, 2009). La inocuidad de un alimento es la garantía de que éste no generará un daño a la salud de quien lo consume; los alimentos son la principal fuente de exposición a agentes nocivos para la salud tanto de origen químico como biológico (virus, hongos, parásitos y bacterias). Cuando los alimentos son contaminados a niveles inaceptables por microorganismos, contaminantes químicos u otras características peligrosas, conllevan riesgos sustanciales para la salud de los consumidores representando una importante carga económica para las naciones (Fuente y Barboza, 2010). La inocuidad constituye uno de los cuatro grupos básicos de características acompañado de las nutricionales, organolépticas y comerciales, que engloban la calidad total de los alimentos (Fuente y Barboza, 2010). Por lo tanto, la industria alimentaria presenta como principal reto el garantizar la seguridad de los diferentes productos alimenticios que genera y comercializa,

de nuevos productos y procesos de fabricación, la creciente demanda por alimentos mínimamente procesados, o listos para el consumo que requieren, y por lo general de un mejor cuidado durante la cadena de producción que es más larga y compleja, aumentan el riesgo de contaminación de los alimentos (García et al., 2010; García et al., 2012).

Pescado, alimentación y salud

Los pescados son organismos acuáticos procedentes de la pesca de captura y acuicultura, son fuente de alimento, nutrición, ingresos y medios de vida para millones de personas alrededor del mundo (FAO, 2016). Como alimento, son altamente nutritivos al ser fuente de agua (66%-81%), proteínas de alto valor biológico y digestibilidad (16%-21%), carbohidratos (<0.5%), minerales (1.2%-1.5%) (potasio, calcio y fósforo), vitaminas (complejo B, vitamina A, D) y lípidos (0.2%-25%) (ácidos grasos poliinsaturados) que contribuyen a una dieta sana y equilibrada (FAO, 1998; Dávalos et al., 2005; Silva et al., 2017). Cabe señalar que la composición del pescado puede diferir entre las diferentes especies y entre individuos de una misma especie, edad, sexo, medio ambiente y estación del año, así mismo, está relacionada con la alimentación, nado migratorio y cambios sexuales relacionados con el desove (FAO, 1998). El pescado es un alimento muy perecedero que depende principalmente de las condiciones de manipulación y de rápido deterioro (FAO, 1998). Inmediatamente después de la muerte, éste experimenta una serie de cambios sensoriales, autolíticos, químicos y microbiológicos, por lo que su consumo puede convertirse en un riesgo para la salud pública, al ser un vehículo potencial de microorganismos

patógenos (FAO, 1998; Dávalos et al., 2005).

Las bacterias patógenas asociadas al pescado y derivados se pueden categorizar en: a) bacterias autóctonas que pertenecen a la microbiota natural del pescado (*Clostridium botulinum*, *Vibrio* spp., *Aeromonas hydrophila*) b) bacterias entéricas (no autóctonas) que están presentes debido a la contaminación fecal (*Salmonella* spp., *Shigella* spp., *E. coli*, y *Staphylococcus aureus*); y c) bacterias por contaminación durante el procesamiento, almacenamiento o preparación previa al consumo (*Bacillus cereus*, *L. monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, y *Salmonella* spp.) (Ghanbari y Jami, 2013). A fin de mantener la calidad del pescado, inocuidad, propiedades nutricionales, reducir el deterioro, desperdicios y pérdidas, se hace necesario realizar prácticas higiénicas adecuadas en las actividades de toda la cadena alimentaria, así que la microbiota; y los riesgos a la salud del pescado dependerán principalmente de factores, tales como las condiciones sanitarias en el ambiente del alimento, propiedades y calidad microbiológica de cualquier ingrediente adicionado y condiciones de higiene en el procesado, manipulación, almacenamiento y distribución (FAO, 2016).

Cabe destacar que a lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes procesos para la conservación del pescado que contribuyen a la inocuidad, reducen el deterioro, alargan su vida útil, dan valor agregado e influyen en las propiedades sensoriales para su distribución y comercialización alrededor del mundo; entre éstos se encuentran la reducción de la temperatura (en-

friamiento, refrigeración y congelación), tratamiento térmico (enlatado, cocción y ahumado), reducción del agua disponible (secado, salazón, ahumado) y reducción de pH (escabechado, fermentación) (Dávalos et al., 2005; FAO, 2016; Silva et al., 2017). Además, también se ha hecho una búsqueda progresiva de la calidad nutricional, sensorial, e inocuidad de los alimentos, y de la disminución de desperdicios (FAO, 2016), desarrollando y estableciendo medidas de higiene, directrices, códigos, normas y certificaciones, tales como el British Retail Consortium (BRC), Safe Quality Food (SQF), ISO 22000, Global G.A.P, *Codex Alimentarius* entre otras, para mejorar la producción, inocuidad y comercialización de alimentos, en específico de los productos de la pesca.

Bioconservación de alimentos y pescado

En los últimos años la tendencia hacia el consumo de alimentos saludables y mínimamente procesados se ha incrementado. El consumidor demanda productos frescos, nutritivos y con ingredientes naturales que conserven sus propiedades organolépticas. Por tanto, la producción e industria de alimentos se enfoca a que los productos experimenten lo menos posible procesos de deterioro y extiendan su vida de anaquel a través de buenas prácticas de higiene, manufactura, control de procesos, sistemas, y nula presencia de microorganismos que alteren las propiedades fisicoquímicas, sensoriales del alimento y sean un riesgo a la salud (Clavijo et al., 2016).

La bioconservación se define como el aumento de la vida de anaquel y seguridad de un alimento a través del uso de microbiota natural,

controlada, y sus compuestos antimicrobianos (Vásquez *et al.*, 2009; García *et al.*, 2010; Fuente y Barboza, 2010). Las BAL presentan un potencial alto para su uso en procesos de producción y bioconservación de alimentos, debido a su seguridad en su consumo (Generally Recognized As Safe-GRAS); que durante su almacenamiento dominan naturalmente la microbiota del alimento, y contribuyen a las características organolépticas (aroma, sabor, textura) y nutricionales (Huertas, 2010, Ramírez *et al.*, 2011; Ghanbari y Jami, 2013; Heredia *et al.*, 2017). Las BAL (Cuadro 1) están ampliamente distribuidas en la naturaleza y presentan características que las describen como Gram positivas, no formadoras de esporas, no móviles, oxidasa y catalasa negativas, con forma de cocos o bacilos, microaerófilos o anaerobios facultativos; su ADN presenta una composición de 55 mol% G+C (Huertas, 2010, Ramírez *et al.*, 2011; Ghanbari y Jami, 2013; Heredia *et al.*, 2017), además de capacidad de fermentar carbohidratos produciendo principalmente ácido láctico (homo fermentativas), o ácido láctico, acético, propiónico, CO₂, etanol (hetero fermentativas). Estas bacterias pueden sintetizar metabolitos como exopolisacáridos, acetoina, diacetilo, H₂O₂ y péptidos de origen ribosomal con actividad antimicrobiana denominados bacteriocinas, las cuales actúan específicamente en la membrana celular de bacterias formando poros y provocando la apoptosis; por tanto, las BAL y metabolitos están siendo ampliamente utilizadas en la producción de alimentos debido a su estabilidad en condiciones de procesamiento (pH, temperatura, salinidad, atmósfera de empaque), ya sea de manera aislada o en combinación con tratamientos fisicoquímicos, con bajas concentraciones de conservadores químicos naturales o tradicionales, con la finalidad de prolongar la vida de anaquel, conservar la calidad nutricional, contribuir a características organolépticas y calidad microbiológica del alimento contra microorganismos patógenos y responsables del deterioro (Vásquez *et al.*, 2009; García *et al.*, 2010; Fuente y Barboza, 2010; Huertas, 2010; Ghanbari y Jami, 2013; Heredia *et al.*, 2017).

Como ya se mencionó, la calidad del pescado depende de las prácticas pecuarias pesqueras y acuícolas, de

las condiciones de manufactura y almacenamiento, ya que representan un excelente medio para el crecimiento microbiano patógeno responsable del deterioro, disminuyendo la vida de anaquel con cambios en la acidez, decoloración, producción de gas y pH, así como ser la causa de diferentes ETA (Vásquez *et al.*, 2009; Fuente y Barboza, 2010).

El interés del uso de las BAL en la preservación del alimento es debido al efecto antimicrobiano de los ácidos orgánicos sintetizados que provocan la disminución del pH y la generación de otros compuestos de naturaleza proteica, tales como las bacteriocinas, las cuales son inactivadas por enzimas proteolíticas del tracto gastrointestinal, no son tóxicas para animales de laboratorio y generalmente son no inmunogénicas, inactivas contra células eucariotas y termo resistentes conservando su actividad antimicrobiana después de tratamientos térmicos, como la pasteurización y esterilización (Rojas y Vargas, 2008).

El proceso de bioconservación mediante las BAL puede ser desarrollado en alimentos y específicamente en pescado a través de cuatro vías: Añadiendo un cultivo puro viable de BAL generadoras de bacteriocina; Incorporando BAL mesófilas como una protección contra el abuso de temperatura (métodos

denominados *in situ* de biopreservación mediante la inoculación del sistema alimenticio con cepa productora de bacteriocina bajo condiciones favorables de producción); también añadiendo preparaciones de bacteriocina (extracto crudo), licor fermentado o concentrados del crecimiento de BAL productoras de bacteriocina; y a través de la incorporación de bacteriocinas puras o parcialmente puras producidas por BAL. Estas dos últimas son denominadas metodologías *ex situ*, donde la bacteriocina es producida fuera del alimento en condiciones controladas para posteriormente aplicarla al alimento (Vásquez *et al.*, 2009). Se han reportado diferentes investigaciones alrededor del mundo del uso de BAL y sus metabolitos en la conservación de alimentos cárnicos procesados, por ejemplo, el pescado. Kim *et al.* (1994) analizó el tratamiento de filetes de bagre con acetato de sodio (AS) y sorbato de potasio (SP), con cultivo láctico

Cuadro 1. BAL y bacteriocinas producidas (Huertas,2010; Heredia *et al.*, 2017)

Microorganismo	Bacteriocina	Metabolismo de carbohidratos
<i>L. lactis</i>	Nisina	Homo fermentativo
<i>L. sakei</i>	Sakacina	Hetero fermentativo
<i>L. curvatus</i>	Curvaticina	Homo fermentativo
<i>P. acidilactici</i>	Pediocina	Homo fermentativo
<i>Ent. faecium</i> <i>Ent. faecalis</i>	Enterocina	Homo fermentativo
<i>L. mesenteroides</i>	Mesenterocina	Hetero fermentativo
<i>L. johnsonii</i>	Lactacina	Homo fermentativo

(*Lactococcus lactis* spp. *Cremonis*) a 4 °C, en los recuentos de Gram negativas, el pH y la evaluación sensorial de los filetes en el tiempo, reportando que el tratamiento con la combinación de 0.50% de AS, 0.25% de SP con 2.50% de cultivo láctico y, también, de 0.50 a 1.0% de AS, únicamente inhibió al 100% el crecimiento durante 6 d a 4 °C. Después de 12 d, la cuenta microbiana con este tratamiento y el 1.0% de AS aumentó ~ 1.3 y 1.2 ciclos logarítmicos, respectivamente. Indicando que el efecto antimicrobiano no parece deberse a valores de pH. Mientras que la combinación de 0.50% AS y 0.25% SP con 2.50% cultivo láctico, o, 1.0% AS, únicamente mejoró el olor y apariencia del bagre durante 13 d de almacén. Salazar et al. (2011) estudió el efecto de extractos antimicrobianos obtenidos a partir de cultivos individuales y mixtos de BAL (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactis* y *Leuconostoc mesenteroides*) por inmersión de filetes de tilapia frescos refrigerados empacados al vacío con la finalidad de reducir la carga microbiana, con lo cual logró aumentar la vida útil y calidad del producto por inhibición de bacterias deteriorativas, reflejando el potencial que tiene el uso de este tipo de extractos como bioconservantes y sustitutos de conservantes químicos además de la comercialización global de pescado fresco y de productos empacados. Por último, Montalvo et al. (2016) evaluaron el efecto del tiempo de impregnación y de las cepas *Lactobacillus plantarum* y *L. acidophilus* en los cambios de la textura de los filetes de tilapia durante el almacenamiento a 30 d a temperaturas de refrigeración; indicando que el ablandamiento de los filetes de tilapia durante el almacenamiento refrigerado a 5 °C se redujo por bioconservación con *Lactobacillus plantarum* concluyendo que las BAL permiten mantener la textura de los filetes por más tiempo, retardando la degradación de tejidos a bajas temperaturas con respecto a la muestra control.

El uso de metabolitos de BAL en productos cárnicos frescos se deben considerar varios factores y que pueden interferir con la actividad de la bacteriocina, por ejemplo, la inactivación de las bacteriocinas por las proteasas endógenas de la carne y la adsorción de las bacteriocinas a la carne o a partículas lipídicas. También pueden interferir cambios en la matriz alimentaria que incluyen la degradación de proteínas, cambios en la microbiota durante procesos de maduración, aumento de la población microbiana en la carne por contaminaciones exógenas, entre otros (Vásquez et al., 2009). Así como variables tecnológicas de cultivo y estandarización de BAL y metabolitos que pueden elevar costos de producción y su uso

en procesos de bioconservación (Vásquez et al., 2009). Por lo tanto, la aplicación de la biopreservación debe ser vista como acciones complementarias a prácticas adecuadas de higiene y nunca como sustituto de dichas prácticas en procesos de manipulación, procesamiento, almacenamiento y distribución de productos cárnicos. Además estos compuestos no son considerados como antimicrobianos e inhibidores independientes o únicos ya que su actuar es de manera sinérgica con otros métodos de preservación que involucren tratamientos físicos como el calentamiento, congelación, refrigeración, altas presiones hidrostáticas, radiaciones ionizantes, ozono, ultrasonido entre otros o uso de conservadores químicos cuyos efectos combinados (pH, temperatura y disponibilidad de oxígeno) contribuyan a conservar el alimento (Vásquez et al., 2009; Ghanbari y Jami, 2013).

Ensilados

El ensilado es considerado un método de conservación de alimentos, en los cuales se incluye al pescado. Este proceso de conservación se realiza por incorporación de ácidos orgánicos, inorgánicos, o ambos al pescado (ensilado químico) o por fermentación (ensilado biológico) siendo más utilizado este último por facilidad de implementación, mantenimiento, economía y seguridad al elaborarlos (Ramírez et al., 2011). Los ensilados de pescado son productos semilíquidos pastosos de naturaleza proteínica de alto valor biológico y digestibilidad elaborados a partir de pescado entero o de los residuos de la industria pesquera, están basados en la fermentación por BAL y destinados a la alimentación animal o como ingredientes alimenticios además de reducir el impacto ambiental derivado de actividades de la pesca, acuicultura y procesamiento (cabezas, espinas, cola, piel y vísceras) (Ramírez et al., 2011; Llanes et al., 2011; Fernández et al., 2013). En procesos de elaboración de ensilados se han usado distintas cepas de BAL principalmente de metabolismo homofermentativo como *Lactobacillus acidophilus*, *L. Plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Streptococcus thermophilus*, *Pediococcus* spp., entre otras, así como materiales fuente de carbohidratos de elevada composición de azúcares, tales como la melaza, miel entre otros, a fin de generar las condiciones ácidas del producto (Llanes et al., 2011; Fernández et al., 2013). Durante el ensilado se generan cambios de pH activándose enzimas proteolíticas que alteran las características intrínsecas del pescado, inhiben el desarrollo de bacterias del deterioro y carácter patógeno, dando lugar a un producto inocuo, nutritivo y de larga conservación a temperatura ambiente (Fernández et al., 2013).

CONCLUSIONES

Las ETA son consideradas un reto importante en salud pública alrededor del mundo debido a su alta incidencia y mortalidad, principalmente en niños. Éstas presentan diversos agentes causales siendo los de origen biológico, principalmente bacterias las frecuentemente implicadas. El pescado es considerado un alimento altamente nutritivo para el ser humano, pero es muy perecedero, de fácil contaminación y deterioro durante su manipulación y procesamiento, convirtiéndose en un vehículo potencial de diversas ETA comprometiendo así la salud del consumidor. El proceso de bioconservación surge como alternativa al uso de sustancias químicas en la generación y conservación de alimentos. Las BAL se consideran como opción en la producción y procesos de conservación de alimentos, contribuyendo en las propiedades sensoriales, nutricionales y de inocuidad; debido a la síntesis de diversos metabolitos donde se incluyen ácidos orgánicos, bacteriocinas, entre otros, con efecto antimicrobiano contra agentes patógenos y del deterioro. Los procesos de bioconservación de alimentos mediante el uso de BAL y metabolitos, aún sigue en estudio, y requieren mayor investigación sobre la estabilidad y efectividad en los distintos procesos de producción de alimentos, principalmente en cárnicos incluyendo el pescado; además de que su uso debe estar complementado y no sustituir procedimientos de higiene en la elaboración y conservación de alimentos.

LITERATURA CITADA

- deterioro de jugo (naranja-mandarina) mínimamente procesado para su bioconservación. Revista alimentos hoy 24:156-167.
- Dávalos M.S.G., Diana R.Z.P., Bonifacio I.N., José J.T.A., Vázquez S. C., Elsa I.Q.R. 2005. Alimentos marinos: tipificación y proceso de almacenamiento. Revista Digital Universitaria 6: 1-11.
- FAO. 1998. El Pescado Fresco: Su Calidad y Cambios de su Calidad. FAO documento técnico de pesca 348. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Editado por H.H. Huss. Laboratorio Tecnológico. Ministerio de Pesca. Dinamarca. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/V7180S/v7180s00.htm#Contents>
- FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma. 224 pp.
- Fernández H.A.L., Tabera A., Agüeria D., Manca E. 2013. Obtaining, characterization microbiological and physico-chemical of anchovy biological silage (*Engraulis anchovy*). REDVET, 14: 1-14.
- Fuente S.N., Barboza C.J. 2010. Inocuidad y bioconservación de alimentos. Acta Universitaria 20: 43-52.
- García H.D., Carreño M., Alcayaga S., Ulloa J. 2012. Clinical and epidemiological description of severe outbreak of foodborne infection by *Salmonella Enteritidis*. Revista chilena de infectología 29:132-137.
- García P., Martínez B., Rodríguez L., Rodríguez A. 2010. Endolisinas Fagicas: ¿Nuevos bioconservantes para alimentos? CTC Alimentación 43: 9-14.
- García P., Rodríguez L., Rodríguez A., Martínez B. 2010. Food biopreservation: promising strategies using bacteriocins, bacteriophages and endolysins. Trends in Food Science & Technology 21: 373-382.
- Ghanbari M., Jami M. 2013. Lactic acid bacteria and their bacteriocins: a promising approach to seafood biopreservation. In Lactic acid bacteria-R & D for food, health and livestock purposes. InTech. Chapter 16.
- Heredia C.P., Hernández M.A., González C.A., Vallejo C.B. 2017. Bacteriocinas de bacterias ácido lácticas: mecanismos de acción y actividad antimicrobiana contra patógenos en quesos. Interciencia 42: 340-346.
- Huertas R.A.P. 2010. Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. Facultad de ciencias agropecuarias 8: 93-105.
- Kim C.R., Hearnberger J.O. 1994. Gram negative bacteria inhibition by lactic acid culture and food preservatives on catfish filets during refrigerated storage. Journal of Food Science 59:513-516.
- Kopper G., Calderón G., Scheneider S., Domínguez W., Gutiérrez G. 2009. Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO). Disponible en: <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/bitstream/handle/123456789/671/M000381.pdf?sequence=5>
- Llanes J. E., Toledo J., Savón L., Gutiérrez O. 2011. Evaluation of fishing waste silage for the feeding of red tilapias (*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*). Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras 28:15-20.
- Montalvo R.C., Ramírez T.C., Bolívar E.G. 2016. Cambios estructurales de filetes de tilapia bioconservados mediante impregnación con bacterias lácticas/structural changes of tilapia biopreserved filets with lactic acid bacteria. Vitae 23: S345.
- Ramírez J., Ulloa P.R., Velázquez M.Y., González J.A.U., Romero F.A. 2011. Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Revista fuente 2:1-16
- Rojas C., Vargas A.P. 2008. Bacteriocinas: sustituto de preservantes tradicionales en la industria alimentaria. Revista Tecnología en Marcha 21: 9-16.
- Salazar S., Uribe E., Aguilar C., Klotz B. 2011. Bioconservación de pescado fresco empacado al vacío mediante la utilización de extractos antimicrobianos de bacterias ácido lácticas. Alimentos Hoy, 20: 8-22.
- Silva A.T.F., da Rocha P.G.G., da Fonseca Filho L.B., da Costa C. A., dos Santos Nascimento J.C., de Carvalho N.P.M. 2017. Alterações microbianas dos produtos de pescados curados: Revisão. PUBVET 11: 646-743.
- Vásquez S.M., Suárez H., Zapata S. 2009. Use of antimicrobial substances produced by acid lactic bacteria on meat conservation. Revista chilena de nutrición 36: 64-71.
- WHO. 2018. Foodborne diseases. Health topics. World Health Organization. Disponible en: http://www.who.int/topics/foodborne_diseases/en/