



# Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud

José Carmen Ramírez Ramírez<sup>1</sup>, Petra Rosas Ulloa<sup>2</sup>, Martha Yanira Velázquez González<sup>1</sup>, José Armando Ulloa<sup>2</sup>, Francisco Arce Romero<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit

<sup>2</sup>Centro de Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Nayarit

1

## Introducción

Los alimentos además de ser una fuente de nutrientes, a menudo constituyen un medio de cultivo ideal para la multiplicación microbiana. Las bacterias ácido lácticas (BAL) son microorganismos que tienen diversas aplicaciones, siendo una de las principales la fermentación de alimentos como la leche, carne y vegetales para obtener productos como el yogurt, quesos, encurtidos, embutidos, ensilados, etc. Asimismo, las BAL son de gran utilidad en la producción de vinos y cerveza.

Las BAL, además de contribuir en la biopreservación de los alimentos, mejoran las características sensoriales como el sabor, olor, textura y aumentan su calidad nutritiva. Además los probióticos son cultivos puros, o mezcla de cultivos de microorganismos vivos, que al ser consumidos por el hombre y los animales en cantidades adecuadas mejoran la salud. En ese sentido, la mayoría de los probióticos pertenecen a las BAL y son usadas por la industria alimentaria en la elaboración de productos fermentados y como complementos alimenticios con la finalidad de promover la salud; también en el área pecuaria son utilizados para mejorar la producción animal. El presente artículo describe las características de las BAL, la aplicación en tecnología de alimentos y su uso como probióticos.

## ¿Qué son las bacterias lácticas?

Las bacterias lácticas (BAL) son un grupo de microorganismos representadas por varios

géneros con características morfológicas, fisiológicas y metabólicas en común. En general las BAL son cocos o bacilos Gram positivos, no esporulados, no móviles, anaeróbicos, microaerofílicos o aerotolerantes; oxidasa, catalasa y benzidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito y producen ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos (Carr y *col.*, 2002; Vázquez y *col.*, 2009). Además, las BAL son ácido tolerantes pudiendo crecer algunas a valores de pH tan bajos como 3.2, otras a valores tan altos como 9.6, y la mayoría crece a pH entre 4 y 4.5, permitiéndoles sobrevivir naturalmente en medios donde otras bacterias no aguantarían la aumentada actividad producida por los ácidos orgánicos (Carr y *col.*, 2002).

Las BAL están ampliamente distribuidas en la naturaleza y han sido aisladas de diversos alimentos, tierra, plantas verdes, así como también del tracto digestivo y vagina de mamíferos, entre otras fuentes (Torres, 2002; Azadnia y *col.*, 2011). Para su multiplicación requieren de azúcares como glucosa y lactosa, además de aminoácidos, vitaminas y otros factores de crecimiento. La leche es el medio típico y satisfactorio para la proliferación de las BAL. Sin embargo, otros alimentos son también excelentes medios de crecimiento y producción de metabolitos de bacterias lácticas, entre ellos se encuentran las masas de cereales, los vegetales y la carne (Vázquez y *col.*,



2009). Por lo tanto, estos microorganismos son generalmente utilizados como cultivos iniciadores en la elaboración y conservación de productos lácteos, tales como leche acidificada, yogurt, mantequilla, crema, kefir, y quesos; así como también en el procesamiento de carnes, bebidas alcohólicas y vegetales (García y col., 1998; Carr y col., 2002).

### Clasificación.

La clasificación de las BAL en géneros diferentes es basada en principio en la morfología, modo fermentación de la glucosa (homofermentativas y heterofermentativas), el crecimiento a diferentes temperaturas, la configuración del ácido láctico producido, habilidad para crecer a alta concentración de sal y tolerancia ácida o alcalina. En la naturaleza existen los siguientes géneros: *Aerococcus*, *Alloinococcus*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Globicatella*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* y *Weisella* (Axelsson, 1998; Carr y col., 2002). Sin embargo, los géneros más representativos son: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Pediococcus*, *Streptococcus* y *Leuconostoc* (Figura 1).

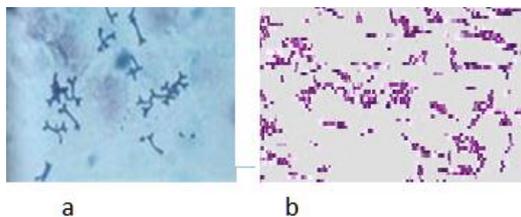


Figura 1 a) *Bifidobacterium*, b) *Lactobacillus*. . Microfotografías (microscopio óptico) Tomadas de (Prescott y col., 2000)

### Características fermentativas de las bacterias lácticas.

Existen diversos géneros de BAL; sin embargo, éstas son agrupadas como

homofermentadoras o heterofermentadoras basado en el producto final de su fermentación. Las homofermentadoras como *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Vagococcus* y algunos *Lactobacillus* poseen la enzima aldolasa y producen ácido láctico como el producto principal de la fermentación de la glucosa utilizando la vía de glucólisis (Embden-Meyerhof) (Axelsson, 1998). Por su parte, las del género *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weisella*, *Carnobacterium*, *Lactosphaera* y algunos *Lactobacillus* son heterofermentadoras y convierten hexosas a pentosas por la vía 6-fosfogluconato-fosfocetolasa, produciendo en el proceso además de ácido láctico, cantidades significantes de otros productos como acetato, etanol y CO<sub>2</sub> (Carr y col., 2002). En la industria alimentaria algunas BAL heterolácticas son más importantes que las homolácticas, por ejemplo en la producción de compuestos que intensifican el sabor y aroma tales como acetaldehído y diacetilo (García y col., 1998; Jay, 2000) .

### Componentes antimicrobianos producidos por bacterias lácticas.

La acción conservadora de las BAL es debido a la inhibición de un gran número de microorganismos patógenos y dañinos por varios productos finales de la fermentación. Estas sustancias son ácidos como láctico y acético, peróxido de hidrógeno, diacetilo, bacteriocinas y productos secundarios generados por la acción de lactoperoxidasa sobre el peróxido de hidrógeno y tiocianato (Shirai y col., 1996). Las bacteriocinas son moléculas que tienen estructura tipo péptido o proteína biológicamente activas, las cual presentan acción bactericida sobre receptores específicos de las células; además, la composición química de estas sustancias es muy variada y su modo de acción específico (Vázquez y col., 2009). Las bacteriocinas que producen las BAL han sido intensamente estudiadas por su actividad antimicrobiana contra bacterias patógenas tales como *Listeria*



*monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum* y *Salmonella*, entre otras (Holo y col., 2001; Vázquez y col., 2009).

Por otra parte, la acumulación de ácido láctico y otros ácidos orgánicos producidos por BAL, reduce el pH del ambiente con un efecto inhibitorio de bacterias Gram-positivas y Gram-negativas. En ese sentido, la forma no disociada del ácido láctico puede penetrar con mayor facilidad la pared celular microbiana donde el pH más alto del contenido celular promueve la disociación, dando lugar a la liberación de iones hidrógeno y el anión correspondiente; de modo que, ambos iones interfieren en el metabolismo e inhiben el crecimiento celular (Vázquez y col., 2009). Cuando el oxígeno está presente, las BAL pueden producir peróxido de hidrógeno, el cual genera radicales hidroxilo que causan peroxidación a los lípidos de la membrana y susceptibilidad de la célula microbiana de muchos microorganismos (Ouweland, 1998).

El dióxido de carbono es un producto final de la fermentación heteroláctica y en ocasiones se obtiene por descarboxilación de aminoácidos por BAL. El dióxido de carbono promueve un ambiente anaeróbico, reduce el pH y puede ayudar a destruir la integridad de la pared celular microbiana (Ouweland, 1998). Así mismo, el diacetilo es producido por BAL que fermentan el citrato y es sintetizado en el metabolismo intermediario del piruvato. Se caracteriza por el aroma a mantequilla que le imparte a productos lácticos cultivados. Se ha mostrado la actividad antimicrobiana del diacetilo a nivel de 200 µg/ml para levaduras y bacterias Gram-negativas y a 300 µg/ml para bacterias Gram-positivas no lácticas (Axelsson, 1998. Ouweland, 1998).

### **Alimentos fermentados.**

Los alimentos fermentados son definidos

como todos aquellos alimentos que han sido modificados, en una vía deseada por la actividad de microorganismos o enzimas. Esos alimentos son productos apetitosos que se preparan a partir de materia cruda o tratada térmicamente y que, mediante un proceso en el cual se incluyen microorganismos específicos, adquieren propiedades sensoriales características en cuanto a sabor, aroma, apariencia visual, textura y consistencia, además de una vida de anaquel y seguridad higiénica mayor (Messens y De Vuyst, 2002; Schneider y col., 2006).

En ciertos casos las enzimas endógenas de la materia prima juegan un papel muy importante en el desarrollo de las características mencionadas. La fermentación ácido láctica es uno de los métodos más antiguos para preservar alimentos; además de mejorar sus propiedades sensoriales y nutricionales, es un proceso microbiano muy complejo en el cual una población de bacterias lácticas llega a ser la microflora predominante (Shirai y col., 1996; García y col., 1998; Schneider y col., 2006).

### **Fuentes de bacterias lácticas usadas en alimentos fermentados.**

Las bacterias lácticas involucradas en fermentaciones de alimentos pueden entrar en los mismos por las vías siguientes (Lücke, 1995):

- 1.- Pueden estar presentes en la materia prima en números suficientes para crecer más que otros microorganismos. Este es el caso en fermentaciones tradicionales de vegetales y embutidos.
- 2.- Pueden estar presentes en el equipo usado para preparar y fermentar el alimento, por ejemplo en grietas finas y nichos de barriles de madera usados para salmuera en alimentos tales como pepinos, aceitunas o pescado.



3.- Material de una fermentación previa (por ejemplo, suero de manufactura de quesos) usado para inocular un nuevo lote.

4.- “Aditivos” conocidos empíricamente y que contienen los agentes requeridos que son añadidos.

5.- Cultivos añadidos que contienen una mezcla compleja de iniciadores que han sido propagados como un cultivo mixto.

6.- Cultivos que son añadidos y que contienen una o más cepas definidas propagadas como cultivos puros.

### Uso de BAL en leches fermentadas y otros alimentos.

La fermentación de la leche para la elaboración de diversos productos es una práctica muy antigua, la cual seguramente se originó sin intención durante el almacenamiento del alimento. Las leches fermentadas son productos preparados a partir de la leche entera, parcial o totalmente descremada, concentrada o bien sustituida, total o parcialmente con leche descremada en polvo, pasteurizada o esterilizada y fermentada por medio de microorganismos específicos, siendo los principales las BAL (García y col., 1998; Jay, 2000). Cuando son realizadas esas fermentaciones se producen metabolitos como el ácido láctico, etanol, bacteriocinas y muchos otros compuestos que conservan la leche y le imparten características organolépticas distintivas (Shirai y col., 1996; García y col., 1998; Barboza y col., 2004). Existe una variedad muy amplia de leches fermentadas, en las que interviene un gran número de especies de BAL y algunas levaduras. Sin embargo, el yogurt es el más ampliamente difundido en el mundo. En algunos países el consumo de estos productos es superior al de leche fresca, y se utilizan leches de diferentes especies; por ejemplo la vaca, borrega, cabra camella, y yegua (García y col., 1998). En ocasiones es difícil definir algunos de esos productos debido a su gran número y

a que se elaboran de diferentes formas y con distintos tipos de materia prima; este puede ser el caso del buttermilk, o en México el “jocoque”. También es difícil tener una clasificación de estos productos debido a que sus características pueden variar de un fabricante a otro, e incluso, particularmente en el caso de leches fermentadas tradicionales, los microorganismos que intervienen en su elaboración pueden variar de acuerdo con la región, el procedimiento de inoculación y aun de las variaciones climáticas. En México el yogurt se elabora industrialmente, siendo por muchas razones la leche fermentada más importante y el más ampliamente difundido, el yakult, jocoque (que es equivalente a buttermilk elaborado en Estados Unidos), y en menor proporción el labne o jocoque árabe (Shirai y col., 1996; García y col., 1998).

Existe también en muchos hogares la costumbre de elaborar leches fermentadas a nivel casero, como son el yogurt, el labne y sobre todo un producto denominado “búlgaros” que en esencia se trata del kefir. La transformación de la leche en estos alimentos fermentados representa varias ventajas. La más evidente de éstas es la conservación, ya que estos productos tienen una vida de anaquel más larga que la de la leche natural; además presentan menor riesgo de contagio de toxiinfecciones que el producto fresco, debido a los distintos compuestos antimicrobianos producidos por las BAL que intervienen en la fermentación, las cuales inhiben el desarrollo de microorganismos patógenos y productores de toxinas (Jay, 2000; Barboza y col., 2004)). Muchas de las bacterias lácticas utilizadas en la fabricación de leches fermentadas están consideradas como probióticos, los cuales serán descritos más adelante. Estos microorganismos no sólo son los más importantes en este ramo de la industria alimentaria; sino que además, es en la industria de los derivados lácteos donde se ha alcanzado por mucho el



máximo desarrollo tecnológico de estas bacterias (Torres, 2000). Las principales funciones de las bacterias lácticas en productos lácteos son: la producción de ácido, la inhibición de microorganismos indeseables, la reducción de riesgos higiénicos, la coagulación de la leche, sinéresis del lactosuero, la reducción del contenido de azúcares, formación de aromas como los producidos por el

diacetilo y acetaldehído en la mantequilla, la producción de gas requerida para la formación de hoyos en ciertos tipos de quesos y la proteólisis necesaria durante la maduración de los mismos, (Figura 2, Cuadro 1). Además, las BAL disminuyen la lipólisis, lo cual evita la rancidez en los productos lácteos (Lücke, 1995; Shirai y col., 1996; García y col., 1998, Jay, 2000; Torres, 2000).



Figura 2.- Diferentes variedades de quesos

Cuadro 1. Bacterias ácido lácticas utilizadas en la elaboración de productos lácteos

Productos	Bacterias principales	Usos
Yogurt	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> ,	Provee sabor, gusto suave y delicado y promueve la cuajada, mejora la digestión, absorción, contribuye a promover la salud
Bebidas fermentadas a base de leche	<i>Streptococcus lactis</i> , <i>Streptococcus cremoris</i> , <i>Lactobacillus herveticus</i>	Adiciona sabor, contribuye a promover la salud
Quesos	<i>Streptococcus lactis</i> , <i>Streptococcus diacetilactis</i>	Promueve el cuajado, provee aroma y sabor
Mantequilla madurada	<i>Lactobacillus lactis</i> , <i>Streptococcus diacetilactis</i>	Promueve moderado sabor agrio y aroma
Crema ácida	<i>Streptococcus lactis</i> , <i>Streptococcus cremoris</i> <i>Leuconostoc cremoris</i> <i>Streptococcus lactis ssp. diacetylactis</i>	Promover sabor característico (pequeñas cantidades de acetaldehído y grandes cantidades de diacetilo)
Yakult	<i>Lactobacillus casei</i>	Promueve moderado sabor agrio y aroma. Contribuye a promover la salud



Además del uso de las BAL en la elaboración de leches fermentadas y diversas variedades de queso; siendo éstas las aplicaciones principales, dicho tipo de microorganismos también son utilizados en el procesamiento de carnes, bebidas

alcohólicas y vegetales para obtener productos tales como salchichas, jamones curados, vinos, cerveza, licores fortificados, aceitunas, encurtidos y col agria, entre otros(Cuadro2).

**Cuadro 2. Utilización de las principales bacterias lácticas**

Género	Principales especies y aplicaciones
<i>Streptococcus</i>	<i>S. lactis</i> , <i>S. cremoris</i> . Mantequilla, queso, yogurt <i>S. thermophilus</i> . Yogurt, queso.
<i>Pediococcus</i>	<i>P. cerevisiae</i> . Cerveza, carne procesada. <i>P. halophilus</i> . Salsa de soya
<i>Leuconostoc</i>	<i>L. mesenteroides</i> . <i>L. citrovorum</i> . Alimentos fermentados, producción de dextrán.
<i>Lactobacillus</i>	<i>L. bulgaricus</i> . Yogurt, bebidas fermentadas a base de leche. <i>L. helveticus</i> . Queso, yogurt, bebidas a base de leche fermentada. <i>L. acidophilus</i> . Yogurt, bebidas a base de leche fermentada, preparación de <i>Lactobacillus</i> . <i>L. casei</i> . Quesos, leche refinada, bebidas a base de leche fermentada, preparación de <i>Lactobacillus</i> . <i>L. plantarum</i> . Diversos alimentos fermentados, ensilajes. <i>L. fermenti</i> , <i>L. brevis</i> . Productos fermentados.
<i>Bifidobacterium</i>	<i>B. bifidum</i> , <i>B. infantis</i> , <i>B. longum</i> , <i>B. adolescents</i> . Leche fermentada, preparación de bacterias lácticas. El intestino de infantes y adultos. <i>B. thermophilum</i> , <i>B. Pseudolongum</i> . El intestino de animales

Fuente: (Torres, 2002)

Por lo anterior, los alimentos obtenidos por fermentación con bacterias lácticas son mejorados en cuanto a sus características sensoriales, nutritivas e higiénicas, y en muchos casos incrementan los rendimientos de producción (García y col., 1998, Jay, 2000).

### Uso de BAL en ensilados forrajeros.

El ensilaje es un método de conservación para la mayoría de los forrajes usados en la alimentación del ganado, el cual está basado en la fermentación ácido láctica en estado sólido bajo condiciones anaeróbicas (Weinberg y Ashbell 2003). Por medio de este proceso las BAL nativas presentes en el forraje, o bien adicionadas como cultivo iniciador, convierten los azúcares solubles en ácidos orgánicos entre los que predomina el ácido láctico (Ramírez y col., 2008). Como consecuencia el pH es disminuido hasta un nivel en que las

bacterias indeseables quedan inhibidas y la mayor parte del forraje es conservado. El desarrollo de las BAL tiene lugar a valores de pH entre 4.5 y 6, deteniéndose su actividad a un pH entre 3.2 y 3.8, aunque con rendimientos de ácido láctico diferentes según sean homofermentativas o heterofermentativas (Lücke, 1995; Ramírez, 2009). El contenedor donde se realiza el proceso fermentativo se llama silo y el producto obtenido es llamado ensilado presentando características sensoriales y nutritivas satisfactorias para ser utilizado en alimentación de rumiantes. Por medio de este método de conservación es posible ensilar casi cualquier material vegetal, incluyendo los subproductos. Los cultivos más importantes para ensilar son el maíz (planta completa), alfalfa y varios pastos; además el trigo (planta completa), sorgo y varias legumbres (Weinberg y Ashbell 2003).



## Aplicaciones de BAL en ensilaje de pescado

El ensilaje de pescado es un proceso de conservación que se puede realizar por adición directa de ácidos inorgánicos, orgánicos o mezclas de ambos al pescado o desechos de pescado (ensilaje químico), o por fermentación (ensilaje biológico), con bacterias lácticas que utilizan una fuente de carbohidratos altamente solubles como la melaza; entre otras, para producir ácido láctico *in situ* (Ramírez y col., 2008). Por ambos métodos se obtiene un suplemento proteínico de alta calidad para animales llamado “ensilado de pescado” que puede ser almacenado a temperatura ambiente por tiempo prolongado, sin reducir su valor nutritivo y calidad higiénica (Viddoti y col., 2003). El ensilado de pescado obtenido por cualquiera de los dos métodos mencionados presenta un alto valor biológico. Sin embargo, cuando es producido por fermentación con bacterias lácticas ofrece las ventajas siguientes: a) se evita la compra de ácidos, los cuales son de alto costo, además muchos son corrosivos, requiriendo ser neutralizado el producto antes de ser consumido por los animales, b) es fácil el mantenimiento y reproducción del cultivo iniciador de bacterias lácticas utilizado; además, es fácil el secado ya que el ensilado de pescado por fermentación presenta mayor contenido de sólidos que el ensilado químico (Ramírez, 2009). Desde el punto de vista nutricional, la digestibilidad de las proteínas del ensilado de pescado obtenido por fermentación láctica es mayor que por adición de ácidos; además, la fermentación ayuda a estabilizar el aceite evitando así la rancidez del producto; por lo tanto, resulta más atractivo para los animales (Viddoti y col., 2003; Ramírez y col., 2008). El ensilado de pescado presenta un contenido de

aminoácidos esenciales satisfactorio, alta digestibilidad de la proteína, además es una fuente excelente de lípidos y minerales, por lo que es recomendable como ingrediente alimenticio para diversas especies animales (Viddoti y col., 2003; Zinudheen y col., 2008).

7

## Bacterias lácticas probióticas

El concepto de probiótico ha evolucionado a lo largo de los años a partir de su significado original “para la vida” (Fuller, 1989). La definición más completa y de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS o WHO en inglés) se refiere a aquellos “cultivos puros, o mezcla de cultivos de microorganismos vivos, que aplicados al hombre y los animales en cantidades adecuadas aportan efectos benéficos al huésped mejorando las propiedades de la microflora nativa (Torres, 2002; Barboza y col., 2004).

La flora intestinal humana y de los animales juega un papel muy importante en su estado de salud y la presencia de enfermedades. En ambos casos los probióticos se utilizan para mejorar la salud intestinal y para estimular el sistema inmunológico (Fuller, 1989; Torres 2002). En el mundo se reconocen más de 20 especies diferentes de microorganismos probióticos, los cuales pueden ser aislados de diferentes tipos de materiales: del tracto intestinal humano y de animales, carnes, frutas y vegetales fermentados, entre otros (Gilliland, 1990; Barboza y col., 2004). La mayoría de estos microorganismos pertenecen al grupo de las bacterias ácido lácticos y son utilizadas por la industria alimentaria para la elaboración de productos fermentados, predominando los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Conway, 1996; Torres, 2002; Barboza y col., 2004; Ogueke, 2010) (Cuadro 3).



**Cuadro 3. Microorganismos usados como probióticos**

<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Bifidobacterium bifidum</i>
<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Bifidobacterium infantis</i>
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Bifidobacterium adolescentis</i>
<i>Lactobacillus casei spp. rhamosus</i>	<i>Bifidobacterium longum</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii spp. bulgaricus</i>	<i>Bifidobacterium breve</i>
<i>Lactobacillus fermentum</i>	<i>Streptococcus salivarius spp. thermophilus</i>
<i>Lactobacillus reuteri</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>Saccharomyces boulardii</i>	<i>Enterococcus faecium</i>
<i>Lactococcus lactis spp. lactis</i>	<i>Lactococcus lactis spp. cremoris</i>

Los probióticos son utilizados por la industria alimentaria en la elaboración de los llamados “alimentos probióticos” siendo aquellos a los que se les han adicionado microorganismos que benefician la salud del hospedero manteniendo un equilibrio en la flora intestinal. En el mercado existe una gran variedad de productos probióticos que pueden venir en diferentes presentaciones como leches fermentadas, siendo el yogur la más usual. También pueden ser presentados en forma de tabletas, cápsulas, polvos o sobrecitos conteniendo la bacteria en forma liofilizada. Asimismo, los probióticos pueden ser encontrados en forma de suplemento y como componentes de alimentos y bebidas (Barboza, y col., 2004; Ogueke y col., 2010). En la literatura existen muchos reportes sobre el uso de los probióticos y sus

efectos relacionados con la salud. En el presente documento se describen algunos de los hallazgos reportados en el mundo sobre los beneficios en la salud, controversias y efectos secundarios de los probióticos.

### **Efectos benéficos de los probióticos.**

El consumo de especies de probióticos ya sea a través de productos lácteos fermentados o como células vivas presentes en otros productos como los citados anteriormente, ha sido asociado con muchos beneficios para la salud en humanos. Algunos de esos, enlistados en el cuadro 4 incluyen efectos benéficos contra enfermedades del tracto gastrointestinal, así como también en otras partes del cuerpo (Ray, 1996; Farnworth, 2008; Gupta y Garg, 2009; Narayan y col., 2010)



#### Cuadro 4. Beneficios en la salud atribuidos a probióticos

A: Para combatir:	Desarrollo de microflora nativa en el intestino. Control de infecciones en el intestino por patógenos entéricos. Control de infecciones en el tracto urogenital. Intolerancia a la lactosa.
B: Para reducir:	Incidencia de diarreas. Tumores de cáncer en colon (y otros órganos). Colesterol sérico y enfermedades cardíacas.
C: Para estimular:	Sistema inmune. Movimiento intestinal.

#### **Mantenimiento de la flora intestinal y tratamiento de problemas digestivos**

El consumo de productos lácteos fermentados y células vivas de BAL han sido sugeridos para controlar diferentes tipos de diarrea (de viajeros, crónica, pediátrica) en adultos y niños. Algunos de los productos comerciales disponibles para combatir tales diarreas son: productos lácteos fermentados como el yogurt conteniendo células vivas de *Lactobacillus bulgáricus* y *Streptococcus thermophilus* y sus metabolitos, productos similares conteniendo células vivas y metabolitos de *Lab. acidophilus*, *Lab. reuteri* y *Bifidobacterium* spp., leche pasteurizada inoculada con células vivas ( $\geq 10^6$ /ml) de las últimas tres especies y tabletas, cápsulas y polvos conteniendo una o más de esas especies (Ray, 1996).

Las bacterias probióticas han sido usadas para restablecer la flora intestinal normal durante la terapia con antibióticos. Por ejemplo, fue reportado que la aplicación de una fórmula infantil suplementada con *Bifidobacterium bifidum* y *Streptococcus thermophilus* a infantes de edad de 5-24 meses, reduce la incidencia de diarrea aguda e incluso elimina el rotavirus que la provoca (Saavedra y col., 1994). Por su parte, Elmer y col. (1996)

evidenciaron el uso de probióticos en el tratamiento de enfermedades diarreicas tratadas con antibióticos, habiendo encontrado resultados positivos en cuanto a la reducción de la diarrea y malestares estomacales. En otro estudio, recientemente Piper y Leyva (2009), demostraron la inhibición efectiva del crecimiento de cepas gastrointestinales de *Escherichia coli* por especies de *Lactobacillus*. También Narayan y col. (2010), reafirmaron la importancia y ventajas del uso de probióticos en el tratamiento de diarreas. Además, ha sido evidenciado que una mezcla de probióticos (cuatro lactobacillus y 1 bifidobacteria) añadida a la medicación regular, trae efectos benéficos en la salud de pacientes con colitis ulcerosa (Santana, 2010; Jacobi y col., 2011). También se ha demostrado que los probióticos en combinación con tratamientos médicos estándar podrían ser usados en el tratamiento de úlcera péptica causada por *Helicobacter pylori* y posiblemente en su profilaxis (Hamilton-Miller, 2003). Asimismo, nuevos estudios recomiendan el suministro rutinario habitual de fibras y bacterias lácticas probióticas específicas tanto a pacientes que sufren pancreatitis aguda y poli trauma, así como también a aquellos que tienen tratamientos quirúrgicos extensivos



o tratamientos médicos intensos (Bengmark y Gil, 2006).

### **Modulación del sistema inmunológico**

Ciertos componentes celulares de las bacterias probióticas actúan como inmunomoduladores, es decir que promueven el ataque inmunológico en contra de células malignas. Diversos estudios han demostrado que los probióticos poseen la habilidad de activar los macrófagos y linfocitos mejorando los niveles de IgA y producción de gama interferón (Reid y col., 2003). Esta activación del sistema inmune también contribuye hacia la resistencia del huésped a los patógenos. Por ejemplo, Yasui y col. (1995), demostraron que, una cepa de *Bifidobacterium breve* (YIT4064) aislada de heces humanas e inductora de grandes cantidades de anticuerpos IgA; suministrada a ratones, aumentó significativamente la protección contra rotavirus. Asimismo, se ha reportado que *Lactobacillus rhamnosus* cepa GG ha mostrado efectos benéficos en la inmunidad intestinal al incrementar el número de IgA y otras inmunoglobulinas de células secretoras en la mucosa intestinal, además estimula la liberación de interferones (Gupta y Garg, 2009).

### **Reducción de cáncer de colon**

En relación a la actividad anticancerígena ha sido evidenciado un efecto de las bifidobacterias sobre la modulación de la actividad enzimática de las poblaciones bacterianas del colon, las cuales a su vez podrían estar asociadas con enfermedades o promoción de tumores (Sanders, 1993). Por ejemplo, la incidencia de cáncer de colon fue más baja cuando la población de bifidobacterias del colon fue más alta y la población de *Clostridium perfringens* fue más baja (Sanders, 1993). En algunos estudios se ha demostrado que la administración de bifidobacterias o lactobacillus a animales disminuyeron los tumores o los folículos aberrantes del colón, los cuales son

supuestamente lesiones precancerosas (Sanders, 1993; Torres, 2002).

Por otra parte, estudios *in vivo* y moleculares del uso de probióticos han demostrado resultados alentadores, principalmente atribuidos a sus efectos antimicrobianos contra microorganismos productores de carcinógenos, propiedades antimutagénicas y alteración de los procesos de diferenciación celular en tumores (Liong, 2008). También se ha reportado recientemente que los cambios en la dieta, incluyendo el consumo de probióticos, además constituyentes de los alimentos poco digeribles o indigeribles, tales como oligosacáridos (prebióticos) y polifenoles, o ambos (simbióticos), son reconocidos modificadores del número y tipos de microbios en el tracto digestivo y han sido recomendados para aumentar el sistema inmunológico y reducir el riesgo de cáncer de colon (Davis y Milner, 2009; Leu y col., 2010).

### **Usos en intolerancia a la lactosa**

Una área donde hay buena evidencia del efecto benéfico de los probióticos es en la habilidad de leches fermentadas para aliviar la condición conocida como intolerancia a la lactosa; la cual se presenta en personas cuyo intestino delgado no produce suficiente enzima lactasa (Sanders, 2000; Torres 2002). Los pacientes con intolerancia a la lactosa sufren de diarrea o dolores abdominales y presentan flatulencia excesiva después de ingerir leche. Sin embargo, cuando esos pacientes toman leches fermentadas, tales como yogurt, los efectos adversos por la intolerancia a la lactosa son menos severos o ausentes (Ogueke y col., 2010). Lo anterior es debido, según Adams y Moss (1999) y Sanders (2000), a la presencia de  $\beta$ -galactosidasa (lactosa) en organismos vivos iniciadores como los probióticos. Al respecto, en un ensayo *in vitro* se demostró la desaparición de la lactosa debido a la actividad de lactasa real de *Bifidobacterium bifidum* (Passerat y Desmaison, 1995). También han sido



estudiados pacientes intolerantes a la lactosa para evaluar los efectos del consumo de leche conteniendo diferentes cepas de *Bifidobacterium longum* sobre la digestión de la lactosa (Jiang y col., 1996;). Los autores demostraron que las leches conteniendo *B. longum* pueden reducir los síntomas de mal absorción de la lactosa, mejorando su velocidad de consumo.

### **Disminución de colesterol sérico**

Elevados niveles de colesterol en la dieta y sanguíneo son considerados un factor de riesgo principal para enfermedades coronarias del corazón. En ese sentido se han realizado ensayos en los que se menciona una disminución del colesterol en suero sanguíneo durante el consumo muy grande de productos lácteos fermentados (Torres 2002). Estudios *in vitro* también han demostrado la asimilación de colesterol por cepas de microorganismos probióticos Bifidobacterias (Tahri y col., 1996); *Lactobacillus amilovorius* y *Bifidobacterium breve* (Grill y col., 2000). Recientemente se ha reportado que el uso de un simbiótico (*Lactobacillus acidophilus* CHO-220 e Inulina) en 32 hombres y mujeres hipercolesterolémicos disminuye el nivel de colesterol y lipoproteínas de baja densidad (Ooi y col., 2010).

### **Posibles usos en hipertensión**

También ha sido reportado que el consumo leches fermentadas ayudan a disminuir moderadamente la presión sanguínea en personas hipertensas. Se ha pensado que es debido a la presencia de péptidos inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina I (ACE), los cuales son producidos durante la fermentación de productos lácteos probióticos (Sanders, 2000).

### **Controversia y posibles efectos nocivos de los probióticos.**

A pesar de que existe un gran número de reportes evidentes y alentadores con

relación a los beneficios que ejercen los probióticos en la salud, no todas las investigaciones soportan esos resultados, sobre todo cuando ensayos *in vivo* han dado datos inconsistentes. Tales resultados contradictorios y no concluyentes pueden estar relacionados a las causas siguientes: a) complejidad de las enfermedades para lo cual son usados los probióticos, b) el diseño experimental propuesto, c) complicaciones en obtener el apropiado tamaño de muestra, d) variación en el tipo de cepas, e) variación en el estado de salud de los sujetos de estudio, f) dosis de los probióticos administrados y g) muchas veces la investigación es limitada y solamente están disponibles resultados preliminares (Torres, 2002; Cortesy y col.; 2007; Farnworth, 2008; Liong, 2008; Davis y Milner, 2009; Ogueke y col., 2010; Jacobi y col., 2011).

Mientras que abundantes evidencias afirman que los probióticos pueden beneficiar al hombre y los animales, aún faltan estudios tendientes a demostrar su eficacia en investigaciones clínicas (Torres, 2002; Baker y Day, 2008). Existe la tendencia positiva a considerar que los probióticos pueden funcionar en un rango diverso de aplicaciones. Sin embargo, desafortunadamente la mayoría de los estudios se realizan en un número muy limitado de sujetos. Además, cualquiera de las preparaciones de probióticos puede ser o no, necesariamente multifuncional (Torres, 2002; Anukam, 2007). Por otra parte, los efectos prometedores observados en estudios experimentales con algunas sustancias y microorganismos probióticos en la práctica no

han mostrado su eficacia en pacientes, especialmente en aquellos que sufren enfermedades crónicas (Bengmark y Gil, 2006). Esto podría explicarse sobre la base de que las enfermedades crónicas desarrolladas espontáneamente son más resistentes a la terapia que las enfermedades similares provocadas en los animales (Bengmark y Gil, 2006). Según



Clancy y Pang (2007), los probióticos tienen una pobre huella merecida en cuanto a promoción de la salud, debido en gran parte a su origen como productos de la industria alimentaria. Asimismo, los autores afirman que la sorprendente publicidad en mercadotecnia de que los probióticos son buenos para la salud del consumidor carece de credibilidad en el área de la medicina basada en evidencias.

Recientemente los probióticos han sido incluidos en el tratamiento de pacientes críticamente enfermos. Sin embargo, a la fecha permanece incierto si son benéficos o aún dañinos en estos pacientes (Jacobi y col., 2011). No hay evidencia de que las BAL usadas como probióticos sinteticen alguna toxina perjudicial para humanos; sin embargo, hay algunas preocupaciones aun entre investigadores de que serias infecciones asociadas con cepas de probióticos (lactobacillus y bifidobacterias) son posibles en algunas condiciones que previamente se pensó ser extremadamente raro (Anukam, 2007). El mismo autor afirma en su revisión que los probióticos son seguros en gente saludable; sin embargo, individuos inmunocomprometidos deberían consultar a su médico u otros profesionales de la salud antes de usar probióticos (Anukam, 2007). Según Tarun y Misra (2009), los probióticos no han sido sometidos a ensayos de eficiencia a gran escala como se realizan en la industria farmacéutica. Sin esos ensayos y subsecuente aprobación por agencias regulatorias estrictas, tales como la FDA (USA), los probióticos continúan afectando el mercado de productos para el cuidado de la salud (Tarun y Misra, 2009).

En la actualidad existen estudios sobre el posible papel que los probióticos desempeñan en deportistas, en desordenes relacionados con la obesidad, para tratar enfermedad del hígado en alcohólicos y en casos de autismo. Aunque resultados positivos están emergiendo, la evidencia no es conclusiva (Baker y Day, 2008). En relación a los posibles riesgos de los probióticos, Coronado y col. (1995)

argumentaron que el consumo de bacterias gram positivas como Lactobacillus y Bifidobacterias crea un crecimiento mayor de estos microorganismos en el colon comparado con bacterias gram negativas. Lo anterior da como resultado una acidosis metabólica por lactato como consecuencia del metabolismo bacteriano de carbohidratos. Los lactobacillus son bacterias no patógenas, aunque ha sido reportado endocarditis, meningitis, pneumonía y sepsis (Rahman y col., 1982; Susman y col., 1986).

En otro caso se ha reportado que al ser inyectadas las membranas celulares de *Streptococcus* y *Lactobacillus* pueden causar poliartritis crónica, lo cual se debe posiblemente a que dichos componentes bacterianos pueden ser transportados a las arterias, donde desencadenan una reacción local (Steward-Tull, 1980; Millis, 1989). Por otra parte, recientemente Besselink y col. (2008) demostraron que el uso de una combinación de cepas probióticas en pacientes diagnosticados de pancreatitis aguda severa no redujo el riesgo de las complicaciones de la infección, además el tratamiento con probióticos estuvo asociado con un aumentado riesgo de mortalidad.

## Conclusiones

Las bacterias ácido lácticas son de gran importancia en la industria alimentaria para la conservación y desarrollo de características sensoriales en los alimentos. Debido a lo anterior se pueden producir diversos alimentos atractivos para el consumidor en todo el mundo. La función de géneros de bacterias lácticas y otros microorganismos como probióticos ha despertado el interés de muchos investigadores, existiendo una gran cantidad de reportes científicos que afirman los beneficios de los probióticos en la salud. Sin embargo, existen reportes que argumentan la falta de evidencia y resultados inconsistentes de los probióticos en relación al cuidado de la



salud, además en pocos casos se han atribuido efectos nocivos. Dada la controversia existente, es necesaria más investigación en la que se consideren los siguientes aspectos: a) Mejor cuidado y control del proceso de preparación y conservación de los probióticos, b) viabilidad de la cepa o mezcla de cepas probióticas al pasar el tracto digestivo, c)

dosificación específica y tiempo de consumo, d) mejor diseño del experimento, e) realización de ensayos clínicos y de preferencia que incluya la participación de expertos de varias disciplinas relacionadas, f) estudio de posibles efectos nocivos de los probióticos. 🍷

## Bibliografía

- Adams, M.R. y Moss, M.O. (1999). *Food Microbiology*. The Royal Society of Chemistry. Cambridge.
- Anukam, K.C. (2007). Probiotics Toxicity, Any Evidence? *Journal of Pharmacology and Toxicology*. 2(7):590-598.
- Axelsson, L. (1998). Lactic acid bacteria: Classification and Physiology. En: *Lactic acid bacteria, Microbiology and functional aspects*. (Salminen, S. y Wright, A. von, eds.), 2<sup>nd</sup> edition. Pp. 1-72. Marcel Dekker Inc. New York, USA.
- Azadnia, P., Zamani, M.H., Shah Ahmad Ghasemi, Khalegh Babaki, A., Karimi Jashni, M. y Taarof, N. (2011). Isolation and identification of thermophilic Lactobacillus from traditional yoghurts of tribes of Kaserum. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 10(6): 774-776.
- Barboza, J.E., Vázquez, H., Salcedo, R y Bautista, M. (2004). Probióticos y conservadores naturales en alimentos. *Acta Universitaria*. 14(3):32-38.
- Baker, H. y Day, B. (2008). Probiotics: where are they going next? New and emerging areas of research. *Nutrition Bulletin*. 33:359-363.
- Bengmark, S. y Gil, A. (2006). Control bioecológico y nutricional de la enfermedad: Prebióticos, probióticos y simbióticos. *Nutrición hospitalaria*. 21(2):73-86.
- Besselink, M.G., van Santvoort, H.C., Buskens, E., Boermeester, M.A., van Goor, H., Timmerman, H.M., Nieuwenhuijs, V.B., Bollen, T.L., van Ramshorst, B., Witteman, B.J., Rosman, C., Ploeg, R.J., Brink, M.A., Schaapherder, A.F., Dejong, C.H., Wahab, P.J., van Laarhoven, C.J., van der Harst, E., van Eijck, C.H., Cuesta, M.A., Akkermans, L.M. y Gooszen, H.G. (2008). Probiotic prophylaxis in predicted severe acute pancreatitis: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet*. 371:651-659.
- Carr, F. J., Chill, D. y Maida, N. (2002). The lactic acid bacteria: A literature survey. *Critical Reviews in Microbiology*. 28(4):281-370.
- Clancy, R.L. y Pang, G. (2007). Probiotics - Industry Myth or a Practical Reality? *Journal of the American College of Nutrition*. 26(6):691S-694S.
- Coronado, B.E., Opal, S.M. y Yoburn, D.C. (1995). Antibiotic-Induced D-Lactic Acidosis. *Annals of Internal Medicine*. 122:839-842.
- Corthesy, B., Gaskins, H.R. y Mercenier, A. (2007). Cross-talk between probiotic bacteria and the host immune system. *Journal of Nutrition*. 137:781s-790s.
- Davis, C.D. y Milner, J.A. (2009). Gastrointestinal microflora, food components and colon cancer prevention. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 20(10):743-752.
- Elmer, G.W., Surawics, C.M. y McFarland, L.V. (1996). Biotherapeutic Agents: A neglected modality for the treatment and prevention of selected intestinal and vaginal infections. *Journal of the American Medical Association*. 275(11):870-876.
- Farnworth, E.R. (2008). The Evidence to Support Health Claims for Probiotics. *Journal of Nutrition*. 138(6):1250S-1254S.
- Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*. 66(5): 365-378.
- García, M. Revah, S. y Gómez, L. (1998). Productos lácteos. En *Biotecnología Alimentaria*, Limusa Noriega Editores. García Garibay M. Quintero Ramírez Rodolfo, Agustín López-Munguía Canales. Compiladores. Pp. 163-178. México D.F.
- Gilliland, S.E. (1990). Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*. 87:175-188.
- Grill, J.P., Cayuela, C. Antonie, J.M. y Schneider, F. (2000). Effects of Lactobacillus amilovorius and Bifidobacterium breve on cholesterol. *Letters in Applied Microbiology*. 31:154-156.
- Gupta V. y Garg, R. (2009). Probiotics. *Indian Journal of Medical Microbiology*. 27(3):202-209.
- Hamilton-Miller, J.M. (2003). The role of probiotics in the treatment and prevention of Helicobacter pylori infection. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 22(4):360-366.
- Holo, H., Jeknic, Z., Daeschel, M., Stevanovic, S. y Nes, I. F. (2001). Plantaricin W from Lactobacillus plantarum belongs to a new family of two-peptide lantibiotics. *Microbiology*. 147: 643-651.



- Jacobi, Ch.A., Schulz, Ch. y Malfertheiner, P. (2011). Treating critically ill patients with probiotics: Beneficial or dangerous? *Gut Pathogens*. <http://www.gutpathogens.com/content/3/1/2>.
- Jay, J.M. (2000). Modern food microbiology. 6<sup>th</sup> edition, Aspen publication, Gaithersburg, Maryland, USA.
- Jiang, T., Mustapha, A. y Saviano, D.A. (1996). Improvement of lactose digestion in humans by ingestion of unfermented milk containing *Bifidobacterium longum*. *Journal of Dairy Science*. 79:750-757.
- Le Leu, R.K., Hu, Y., Brown I.L., Woodman, R.J. y Young, G.P. (2010). Synbiotic intervention of *Bifidobacterium lactis* and resistant starch protects against colorectal cancer development in rats. *Carcinogenesis*. Feb.31(2):246-251.
- Liong, M.T. (2008). Roles of Probiotics and Prebiotics in Colon Cancer Prevention: Postulated Mechanisms and In-vivo Evidence. *International Journal of Molecular Sciences*. 9:854-863.
- Lücke, F.K. (1995). Indigenous lactic acid bacteria of various food commodities and factors affecting their growth and survival. En: *Lactic acid bacteria: Current advances in metabolism, genetics and applications*. (T.F. Bozoglu y B. Ray, eds.), Pp. 219-252. Springer-Verlag, Germany.
- Messens, W. y De Vuyst, L. (2002) Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdoughs-a review. *International Journal of Food Microbiology*. 72:31- 43.
- Millis, J.A. (1989). Do bacteria cause chronic polyarthritis? *The New England Journal of Medicine*. 230:245-256.
- Narayan, S.S., Jalgaonkar, S., Shahani, S. y Kulkarni, V.N. (2010). Probiotics: Current trends in the treatment of diarrhoea. *Hong Kong Med Journal*. Jun,16(3):213-218.
- Ogueke, C.C., Owuamanam, C.I., Ihediohanma, N.C. e Iwouno, J.O. (2010). Probiotics and Prebiotics. Unfolding Prospects for Better Human Health. *Pakistan Journal of Nutrition*. 9(9):833-843.
- Ooi, L.G., Ahmad, R., Yuen, H. y Liong, M.T. (2010). *Lactobacillus acidophilus* CHO-220 e Inulina reduced plasma total cholesterol and low-density lipoprotein cholesterol via alteration of lipid transporters. *Journal of Dairy Science*. 93(11):5048-5058.
- Ouweland, A.C. (1998). Antimicrobial components from lactic acid bacteria. En: *Lactic acid bacteria, Microbiology and functional aspects*. (S. Salminen y A. Von Wright, eds.). 2<sup>nd</sup> edition, Pp. 139-160. Marcel Dekker Inc. New York, USA.
- Passerat, B. y Desmaison, A.M. (1995). Lactase activity of *Bifidobacterium bifidum*. *Nutrition Research*. 15(9):1287-1295.
- Piper, E.L. y Leyva, K.J. (2009). Growth inhibition of gastrointestinal strains of *Escherichia coli* by *Lactobacillus* species. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science*. 41(2):49-54.
- Prescott, L., Harley, J. y Klein, D. (2000). Microbiología. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid España.
- Rahman, M. (1982). Chest infection caused by *Lactobacillus casei ssp rhamnosus*. *Britisch Medical Journal*. 284:471-72.
- Ramírez, J.C., Huerta, S., Arias, L., Prado, A. y Shirai, K. (2008). Utilization of fisheries by-catch and processing wastes for lactic acid fermented silage and evaluation of degree of protein hydrolysis and in vitro digestibility". 2008. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 7(3):195-204.
- Ramirez, J.C. (2009). Aprovechamiento de fauna de acompañamiento del camarón y subproductos pesqueros mediante la elaboración de ensilado de pescado. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, México, D.F.
- Ray, B. (1996). Probiotics of lactic acid bacteria: Science or myth?. En: *Lactic acid bacteria: current advances in metabolism, genetic and applications*. (T.F. Bozoglu y B. Ray, eds.), Pp. 100-135, Springer, Germany..
- Reid, G., Jass, J., Sebalski, M.T. y McCormick, J.K. (2003). Potential uses of probiotics in clinical practice. *Clinical Microbiology Reviews*. 16:658-672
- Saavedra, J.M., Baunman, N.A., Oung, Y., Perman, J.A. y Yolken, R.H. (1994). Feeding of *Bifidobacterium bifidum* and *Streptococcus thermophilus* to infants in hospital for prevention of diarrhoea and shedding of rotavirus. *The lancet* 344:1046-1049.
- Sanders, M.E. (1993). Summary of conclusions from a consensus panel of experts on health attributes of lactic cultures: significance to fluid milk products containing cultures. *Journal of Dairy Science*. 76:1819-1828.
- Sanders, M.E. (2000). Considerations for use of probiotic bacteria to modulate human health. *Journal of Nutrition*. 130:384S-390S.
- Santana, S. (2010). Influencia de una combinación de lactobacillus + bifidobacterias sobre la actividad de la enfermedad, el hábito defecatorio y el estado nutricional de pacientes con colitis ulcerosa. *Nutrición hospitalaria*. 25(6):971-983.
- Steward-Tull, D.E. (1980). The immunological activities of bacterial peptidoglycans. *Annual Review of Microbiology*. 34:311-40.
- Susman, J.I., Baron, E.J., Golberg, S.M., Kaplan, M.H. y Pizzarello, R.A. (1986). Clinical manifestations and therapy of lactobacillus endocarditis: Report of a case and review of the literature. *Reviews of Infectious Diseases*. 8:771-76.
- Shirai, K., Guerrero, I. y Lara, P. (1996). Bacterias lácticas en alimentos fermentados. *Ciencia*. 47:125-137.
- Schneider, R., Fernández, F.J., Aguilar, M.B., Guerrero-Legarreta, I., Alpuche-Solís, A. y Ponce-Alquicira E. (2006). Partial characterization of a class IIa pediocin produced by *Pediococcus parvulus* 133 strain isolated from meat (Mexican "chorizo"). *Food Control*. 17:909-915.



- Tahri, K., Grill, J.P. y Scheider, F. (1996). Bifidobacteria strain behavior toward cholesterol: Coprecipitation with bile salts and assimilation. *Current Microbiology*. 33:187-193.
- Tarun, M. y Misra, A.K. (2009). Probiotics and human health: synoptic review. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*. 9(8). 1778-1796.
- Torres, M.R. (2002). Flora intestinal, probióticos y salud. Segunda edición, Formas finas (edit). Guadalajara, Jal.
- Vázquez, S.M., Suárez, H. y Zapata, 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.
- Vidotti, R.M., Macedo, E.M. y Carneiro, D.J. (2003). Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Animal Feed Science and Technology*. 105:199-204.
- Weinberg, Z.G. y Ashbell, G. (2003). Engineering aspects of ensiling. *Biochemical Engineering Journal*. 13:181-188.
- Yasui, H., Kiyoshima, J. y Ushijima, H. (1995). Passive protection against Rotavirus-induced Diarrhoea of Mouse Pups Born to Nursed by Dams Fed *Bifidobacterium breve* YIT4046. *The Journal of Infectious Diseases*. 172:403-409.
- Zinudheen, A.A., Anandan, R. y Ramachandran, G. (2008). Effect of dietary supplementation of fermented fish silage on egg production in Japanese quail (*Coturnix coromandelica*). *African Journal of Agricultural Research*. 3(5):379-383.

### Datos de los autores:

Dr. José Carmen Ramírez Ramírez  
Cuerpo Académico de Tecnología de Alimentos  
Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Universidad Autónoma de Nayarit  
México. Tel. 327 2771718  
E-mail: [cara\\_ram@hotmail.com](mailto:cara_ram@hotmail.com)

M. en C. Petra Rosas Ulloa  
Cuerpo Académico de Tecnología de Alimentos  
Universidad Autónoma de Nayarit  
México. Tel. 311 2118800, ext. 8966  
E-mail: [petrosas@nayar.uan.mx](mailto:petrosas@nayar.uan.mx)

E.M.V.Z. Martha Yanira Velázquez González  
Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Universidad Autónoma de Nayarit  
México. Tel. 327 2771718  
E-mail: [marvel-mar@hotmail.com](mailto:marvel-mar@hotmail.com)

Dr. José Armando Ulloa  
Coordinador del Cuerpo Académico de Tecnología de Alimentos  
Universidad Autónoma de Nayarit  
México. Tel 311 2118851  
E-mail: [arulloa5@gmail.com](mailto:arulloa5@gmail.com)

M.V.Z. Francisco Arce Romero  
Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Universidad Autónoma de Nayarit  
México. Tel. 327 2771718  
E-mail: [paco\\_arce1959@hotmail.com](mailto:paco_arce1959@hotmail.com)

